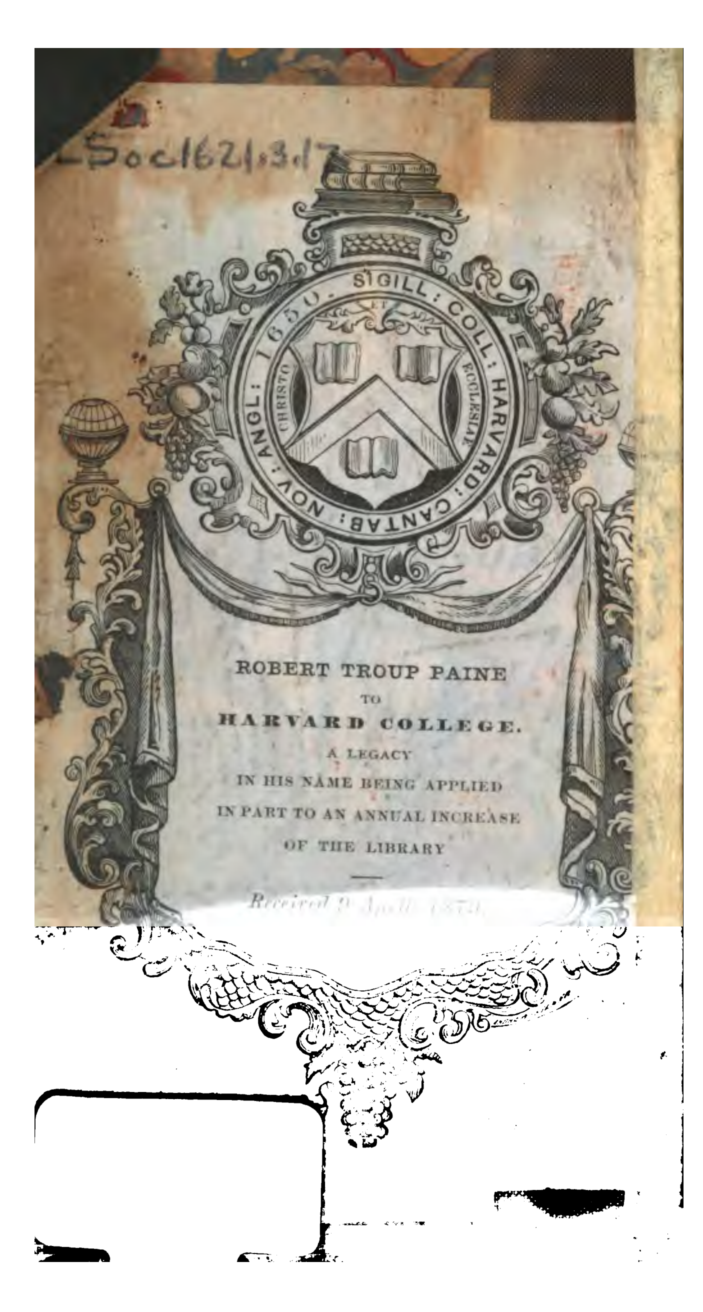


Soc 1621.3.17
SIGILL : COLL : HARVARD : CANTAB : NOV : ANGL : 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE
ROBERT TROUP PAINE
TO
HARVARD COLLEGE.
A LEGACY
IN HIS NAME BEING APPLIED
IN PART TO AN ANNUAL INCREASE
OF THE LIBRARY
Received



Robert Treat Paine
to Harvard College

SUITE DES

MEMOIRES

DE

MATHEMATIQUE

ET DE

PHYSIQUE,

DE L'ANNÉE M. DCXCIX. Tom. II.

Tirées des Regiſtres de

L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES.



A AMSTERDAM,
Chez PIERRE MORTIER,
M. D. CCXXXIV.
Avec Privilege de N. S. les Etats de Hollande & de Weſt-Friſe.

1879, April 9.
Paine bequest.

METHODE FACILE

POUR TROUVER UN SOLIDE ROND,

Qui étant mû dans un Fluide en repos parallelement à son axe, rencontre moins de résistance que tout autre Solide, qui ayant même longueur & largeur, se meuve avec la même vîtesse suivant la même direction.

Par M. LE MARQUIS DE L'HOPITAL *.

M. FATIO m'ayant envoyé son Traité des Murs inclinés à l'horizon pour les arbres à fruits, qui vient d'être imprimé à Londres, j'ai trouvé à la fin de ce Livre une solution du Problême de la ligne de la plus vîte descente, & une du Solide de la moindre résistance. M. Newton avoit donné dans son excellent Ouvrage des Principes Mathématiques de la Philosophie naturelle, page 327, une proprieté de la ligne qui décrit par sa révolution autour de son axe la surface de ce Solide. Comme il ne découvre point le chemin qu'il a tenu pour y parvenir, M. Fatio prétend qu'elle ne peut donner aucun jour à ceux qui tentent cette recherche. Je ne parlerai point ici du premier de ces Problêmes, parce que la plupart des Géometres qui l'ont résolu dans le tems marqué par l'Auteur,

* 20 Juin 1699.

teur, ont déja rendu publiques leurs ſolutions, ſoit en les faiſant imprimer, ſoit en les communiquant par lettres à ceux qui les leur ont demandées; de ſorte que ce n'eſt plus aujourd'hui un myſtere. Mais la ſolution du dernier m'a paru ſi embaraſſée, que n'ayant pu me réſoudre à la ſuivre pas à pas, j'ai pris le parti d'en chercher une qui fût plus ſimple & plus naturelle. On jugera ſi j'y ai réuſſi: j'avertirai ſeulement que la méthode que j'ai ſuivie, peut ſervir à réſoudre pluſieurs autres queſtions ſemblables; & que je ne la crois pas differente de celle de M. Newton, m'ayant conduit à la même proprieté. Voici le ſens de ce Problême.

* TROUVER *la ligne courbe* DM, *dont la proprieté ſoit telle, que la ſurface qu'elle décrit par ſa révolution autour de ſon axe* AP, *rencontre moins de réſiſtance étant mûe parallelement à cet axe dans un fluide en repos, qu'une autre ſurface ſemblablement décrite autour du même axe par toute autre ligne courbe renfermée entre les mêmes points* D, M, *& mûe de la même maniere.*

† Je ſuppoſé que les deux petites droites *MN*, *Nυ*, ſoient deux des petits côtés du polygone, qui compoſe la courbe cherchée; & je mene les appliquées *MP*, *NQ*, *OH*, avec *MF*, *NG* paralleles à l'axe *AP*, & la perpendiculaire *MD* au petit côté *MN*, laquelle rencontre l'axe au point *D*. Il eſt évident que la réſiſtance que trouvent le petit côté *MN* & la droite *NF* étant mûs dans un

* PLAN. III. Fig. 2. † Fig. 3.

un fluide en repos de *P* vers *A* avec une certaine vîtesse, est précisément égale à l'effort que feroient sur ces lignes en repos, les parties du fluide, si elles venoient les heurter dans la même direction & avec la même vîtesse. Or selon les principes de Méchanique, l'effort que font ces parties du fluide sur la petite droite *FN* pour la mouvoir de *A* vers *P*, est à l'effort qu'elles font sur le petit côté *MN* pour le mouvoir de *M* vers *D*, comme *MD* est à *DP*; & l'effort que font ces mêmes parties pour mouvoir le petit côté *MN* le long de sa perpendiculaire de *M* vers *D*, est aussi à celui qu'elles font pour le mouvoir parallelement à l'axe de *A* vers *P*, comme *MD* est à *DP*. Donc l'effort que le fluide fait sur la petite droite *FN* pour la mouvoir de *A* vers *P* est à l'effort qu'il fait sur le petit côté *MN* pour le mouvoir aussi de *A* vers *P*, comme le quarré de *MD* est au quarré de *DP*; ou à cause des triangles rectangles semblables *MDP*, *MNF*, comme le quarré de *MN* est au quarré de *NF*. Si donc l'on suppose que la constante *AB* (a) exprime la vîtesse avec laquelle chaque partie du fluide heurte les droites *MN*, *NF*; il est clair que $a \times NF \times MP$ pourra exprimer l'effort que font les parties du fluide sur la surface décrite par *FN* autour de *PH*, puisque $NF \times MP$ exprime cette surface; & qu'ainsi si l'on fait $\overline{MN}^2 . \overline{NF}^2 :: a \times NF \times MP . \frac{a \times NF^3 \times MP}{\overline{MN}^2}$, cette quantité expri-

mera l'effort que les parties du fluide font sur la surface décrite par le petit côté MN autour de l'axe AP pour le mouvoir de A vers P, ou (ce qui est la même chose) la résistance que trouve cette surface étant mûe avec la vîtesse AB (a) dans un sens contraire de P vers A. Ceci posé:

Je considere les points M, O, & la droite GN, comme donnés de position sur un plan; & je cherche quelle doit être la situation des petites droites MN, NO, afin que la surface qu'elles décrivent autour de AP, trouve moins de résistance que toute autre surface, semblablement décrite par deux autres droites Mn, nO. Pour trouver cette situation des droites MN, NO, je nomme les données & constantes FN, b; GO, c; MP, f; NQ, g; & les inconnues & variables MN, v; NO, z; & j'ai $\frac{ab^3f}{vv}$ pour la résistance que trouve la surface décrite par MN, selon ce que je viens de prouver ci-dessus. Par la même raison $\frac{ac^3g}{zz}$ exprime la résistance que trouve la surface décrite par ON; d'où il suit que $\frac{ab^3f}{vv} + \frac{ac^3g}{zz}$ doit être un moindre. C'est pourquoi prenant la difference de ces deux termes & l'égalant à zero, comme l'on a enseigné dans le Livre des Infiniment-petits, on formera l'égalité $-\frac{ab^3fdv}{v^3} = \frac{ac^3gdz}{z^3}$. Maintenant si l'on mene

par

par un point n pris ſur la droite GN infiniment près de N, les droites Mn, On, ſur leſquelles on abaiſſe les perpendiculaires NR, NS; il eſt clair que l'angle RNn eſt égal à l'angle FNM, & l'angle SNn à l'angle GON, puiſque les deux premiers étant joints au même angle MNn, & les deux autres au même angle GNO, font des angles droits; & qu'ainſi $Rn\ (-dv)$ eſt à $Sn\ (dz)$, comme le ſinus de l'angle FNM eſt au ſinus de l'angle GON, c'eſt-à-dire, (en prenant NL égale à NM, menant LK parallele à NF, & nommant MF, m; NG, n;) comme MF (m) eſt à NK $\left(\frac{nv}{z}\right)$; d'où l'on tire une valeur $-dv = \frac{mzdz}{nv}$, laquelle étant miſe dans l'égalité précédente, donne $\frac{ab^3fmzdz}{nv^4} = \frac{ac^3gdz}{z^3}$ qui ſe réduit à $\frac{b^3fm}{v^4} = \frac{c^3gn}{z^4}$. D'où l'on voit que menant $AB = a$ perpendiculaire à l'axe AP, & tirant les droites BC, BE paralleles aux deux petits côtés MN, NO du polygone qui compoſe la courbe, on aura $4\overline{AB}^2 \times AC.\ \overline{BC}^3 :: BC.\ MP$, & de même $4\overline{AB}^2 \times AE.\ \overline{BE}^3 :: BE.\ NQ$; car mettant à la place de ces lignes leurs valeurs analytiques, & multipliant les extrêmes & les moyens, on trouve $\frac{b^3fm}{z^4} = \frac{1}{4}a = \frac{c^3gn}{z^4}$.

Il eſt donc évident, que la nature de la cour-

courbe cherchée * DM, doit être telle, qu'ayant pris ſur AK perpendiculaire à l'axe AP la partie $AB = a$, & ayant mené BC parallele à une ligne qui touche la courbe en un point quelconque M, on ait toujours $4\overline{AB}^2 \times AC. BC^3 :: BC. MP$ appliquée en M. Et c'eſt-là préciſément la proprieté de M. Newton.

M. Fatio trouve par ſa méthode une proprieté differente de celle-ci, qu'il prétend être plus ſimple. Cependant je ne puis en convenir; car elle renferme les rayons de la dévelopée, & par conſéquent des differences ſecondes; au-lieu que celle-ci ne renfermant que des tangentes, donne l'expreſſion de la courbe en differences premieres, & conduit aiſément à l'invention de ſes points par le moyen de la quadrature de l'hyperbole, de la maniere ſuivante: or c'eſt ce qu'on peut trouver de plus ſimple dans cette queſtion.

Soient priſes ſur AK perpendiculaire à l'axe AP, la partie $AB = a$; & ſur AP prolongée du côté de A, la partie $AE = \sqrt{\frac{1}{3}aa}$; & ſoit décrite par le point E la logarithmique FEN qui ait pour aſymptote la ligne AK, & dont la ſoutangente $= \frac{1}{2}a$. Ayant pris AC de telle grandeur que l'on voudra que j'appelle s, & ayant tiré CN parallele à AK qui rencontre la logarithmique en N, ſoient priſes $AK = \frac{aa}{4s} + \frac{1}{2}s + \frac{s^3}{4aa}$, &

AP.

* Fig. 2.

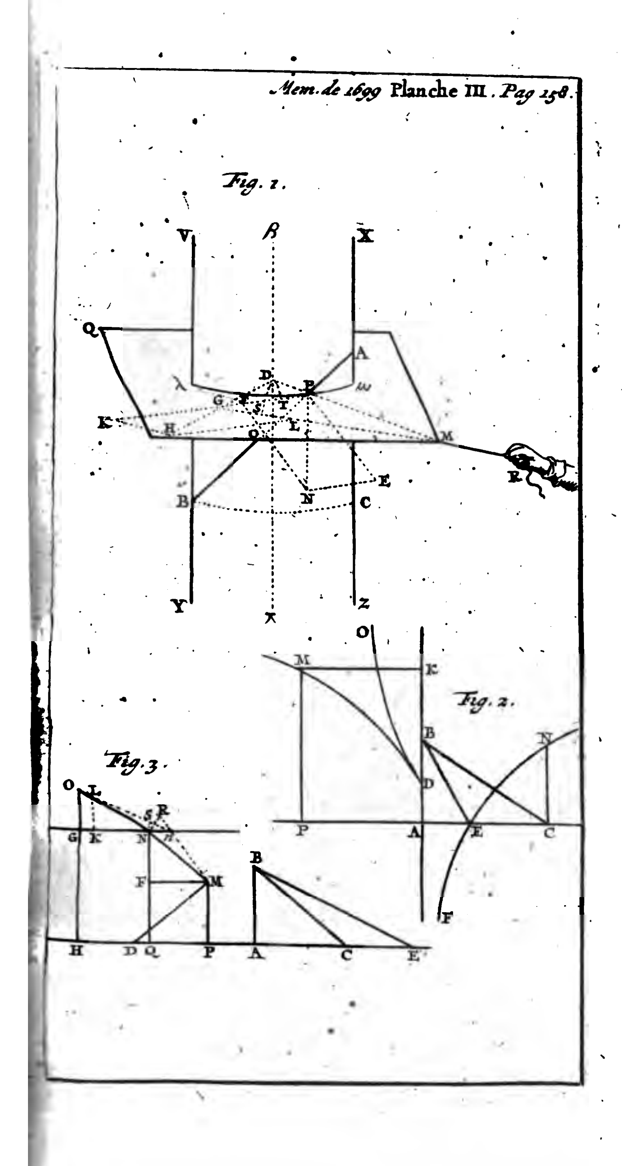
$AP = \frac{ss}{4a} + \frac{3s^4}{16a^3} - \frac{5}{48}a \pm CN$, savoir $-$ lorsque AC surpasse AE, & $+$ lorsqu'elle est moindre; & soient tirées les droites KM, PM paralleles à AP, AK: leur point d'intersection M sera dans la courbe cherchée DM.

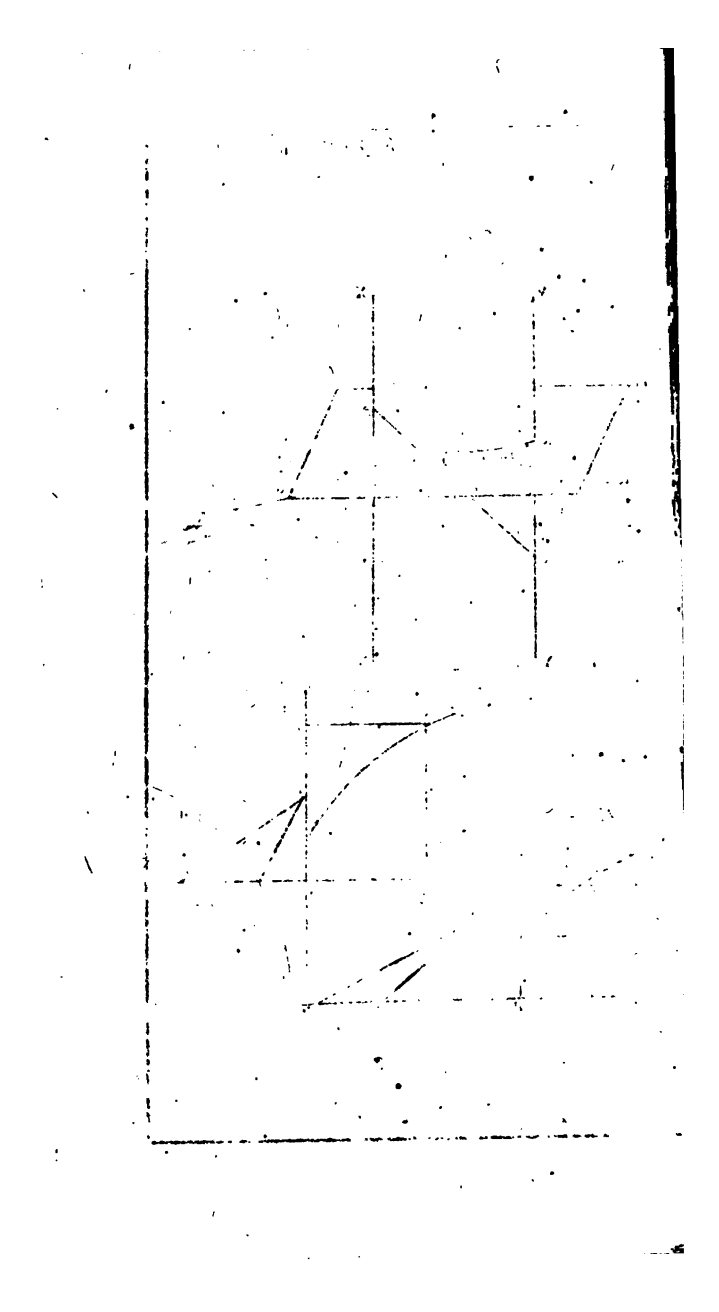
Car nommant AP, x; PM, y; AC, s; la proprieté que doit avoir la courbe, donne AK ou PM $(y) = \frac{a^4 + 2aass + s^4}{4aas}$, & par conséquent $dy = \frac{1}{2}ds + \frac{3ssds}{4aa} - \frac{aads}{4ss}$. Or puisque BC est parallele à la tangente M, on aura $dx = \frac{sdy}{a} = \frac{sds}{2a} + \frac{3s^3ds}{4a^3} - \frac{ads}{4s}$, dont l'integrale est AP $(x) = \frac{ss}{4a} + \frac{3s^4}{16a^3}$ moins l'integrale de $\frac{ads}{4s}$ plus ou moins une quantité constante. Je prends pour cette quantité $\frac{5}{48}a$, & je la retranche, afin que CN, qui par la proprieté de la logarithmique FEN est l'integrale de $\pm \frac{ads}{4s}$, devenant nulle, AP (x) soit aussi nulle. Donc, &c.

Lorsque $AC = AE$, l'appliquée PM qui est alors la moindre qu'il est possible, devient $AD = \frac{4}{3}AE$, & la tangente au point D sera parallele à BE. Mais si l'on prend AC moindre que AE, on décrira la portion DO de la courbe, dont la convexité est opposée à celle de la portion DM, & qui s'é-

carte aussi bien qu'elle de plus en plus à l'infini des deux droites *AP*, *AK*; de sorte que la ligne cherchée *MDO* a un point de rebroussement en *D*, & que le solide de la moindre résistance peut être convexe ou concave, ou en partie convexe, ou en partie concave. M. Fatio ayant fait dans sa construction $AE = AB$, & voulant toujours qu'on prenne *AC* plus grande que *AE*; il s'ensuit qu'il ne décrit que la partie de la portion convexe *DM* qui suppose *AC* plus grande que *AE*: ce qui donne lieu de croire qu'il n'a eu aucune connoissance ni du point de rebroussement *D*, ni de la partie concave *DO*, d'autant plus qu'il a mal tracé dans sa figure 5 la ligne courbe *MV*, qui doit avoir pour asymptote la ligne *AQ*, & aller en s'approchant de la ligne *AT* jusqu'à ce que $AT = AB\sqrt{\frac{1}{3}}$, après quoi elle doit s'en éloigner de plus en plus à l'infini.

MOYEN


Mem. de 1699 Planche III. Pag 158.
Fig. 1.
V
β
X
Q
A
D
λ
P
ω
G
S
T
K
H
L
O
M
R
E
B
N
C
Y
Z
Fig. 2.
O
M
K
B
N
D
P
A
E
C
F
Fig. 3.
O
L
R
G
K
N
F
M
B
H
D
Q
P
A
C
E



MOYEN
DE SUBSTITUER COMMODÈMENT L'ACTION DU FEU, A LA FORCE DES HOMMES ET DES CHEVAUX,
Pour mouvoir les Machines.

Par M. AMONTONS *.

PERSONNE ne doute que l'action du feu ne soit très violente, l'experience journaliere faisant connoitre, que les corps les plus graves, les plus solides, & les plus inébranlables, n'y sauroient résister longtems; & que le pouvoir du feu va non seulement jusqu'à mettre la masse de chacun de ces corps en mouvement, comme l'effet prodigieux de la poudre à canon le fait assez connoitre; mais encore jusqu'à en détruire & à en anéantir entierement les manieres d'être, comme il arrive aux bois & à toutes les autres matieres combustibles. Mais chacun ne convient pas, que cette force que le feu employe à produire ces effets surprenans, puisse utilement servir à mouvoir régulierement des machi-

* 20 Juin 1699.

chines où on a de coutume d'employer les forces animées & règlées, comme sont celles des hommes ou des chevaux; parce qu'on ne connoit pas encore bien de quelle maniere on pourroit faire cette application, & que les moyens qu'on a proposés jusqu'ici, ont paru avoir trop d'inconvéniens. La vérité est cependant qu'on n'est pas plus en droit d'en douter, qu'on l'étoit avant l'invention des moulins à eau & à vent, à douter que le mouvement de l'eau ou de l'air puissent servir aux mêmes usages: car en ces rencontres, comme tout ne dépend que de trouver quelque moyen assez simple pour en rendre l'usage commode & profitable, l'impossibilité n'est point de la part de la chose, mais seulement du côté de nos connoissances, qui ne s'étendent & ne s'accroissent qu'avec le tems, à mesure que les experiences & l'usage journalier nous en donnent occasion: mais le meilleur moyen de persuader ce que j'avance, c'est de donner la maniere de le faire.

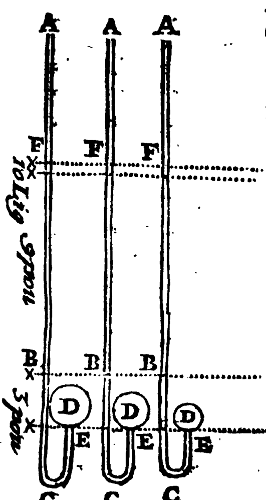
Voici quelques experiences faites à ce sujet, qu'il est à propos de décrire pour en déduire des vérités dont il est bon auparavant de convenir.

PREMIERE EXPERIENCE.

De la raréfaction de l'air par la chaleur de l'eau bouillante.

ON a plongé dans un chaudron plein d'eau, les boules des trois tubes de verre

A C D,



ACD, *ACD*, *ACD*, d'égale longueur, chacun ouvert en *A*, recourbé en *C*, & se terminant en une boule *D*; les capacités des boules étoient entre elles comme les nombres 1, 2, 3, aussi bien que celles des tubes *AB*, qui d'ailleurs étoient assez étroits, le moyen n'ayant gueres que demi-ligne de diametre interieurement; il y avoit dans chaque verre, du mercure depuis l'entrée *E* des boules jusqu'en *B*, où le mercure étoit trois pouces plus haut qu'en *E*, à cause que l'air dont les boules étoient pleines, n'ayant trouvé aucune issue lorsqu'on avoit versé le mercure par les ouvertures *A*, le soutenoit par son ressort & l'empêchoit de descendre au niveau de celui de l'entrée des boules.

On a mis le tout sur le feu, & le mercure en *B* est monté également dans des tems égaux dans tous les trois verres; ensorte que lorsque l'eau a commencé à frémir, il étoit neuf pouces plus haut que *B*, & neuf pouces dix lignes lorsqu'elle a été entierement bouillante, après quoi il a cessé entierement de monter. De cette experience il suit:

1°. Que

1°. Que la chaleur de l'eau bouillante a des bornes qu'elle ne passe point.

2°. Que des masses inégales d'air augmentent également la force de leur ressort par des degrés de chaleur égaux, & au contraire.

3°. Que la chaleur de l'eau bouillante n'augmente la force du ressort de l'air que jusqu'à lui faire soutenir environ le poids de dix pouces en hauteur de mercure, ou de onze pieds huit pouces d'eau plus que le poids de l'atmosphere *. Car la quantité dont l'air diminue son ressort en se dilatant pour remplacer le mercure qui monte de *B* en *F*, égale à peu près les deux lignes qui manquent aux dix pouces en cette experience.

4°. Que si l'air a la liberté de s'étendre, pressé seulement par le poids de l'atmosphere, il n'augmentera son volume par la chaleur de l'eau bouillante que d'environ le tiers de sa masse; car selon les experiences de M. Mariotte, l'air faisant équilibre par son ressort à des poids proportionnés aux volumes où ces poids se réduisent par leur pression, & ces volumes étant entre eux en raison inverse de ces poids, si la hauteur du mercure est supposée de 41 pouces, comme en effet dans cette experience elle le peut être, & que le volume d'air soit exprimé par le nombre 3; lorsque la hauteur du mercure ne sera plus que de 31 pouces, le volume sera $3\frac{30}{31}$.

Mais d'autant qu'on suppose ici le poids de l'atmosphere égal à 31 pouces de mercure, ce qui n'est pas en effet, ce poids n'équivalant

* *On suppose que le poids de l'eau est à celui du mercure comme 1. à 14.*

tant gueres qu'à 28 pouces de mercure, on doit compter la fraction pour un entier; parce que l'air perdant moins la force de son ressort lorsqu'il est peu chargé, que lorsqu'il l'est davantage, il ne doit pas tant augmenter son volume pour se réduire de la pression de 41 pouces à celle de 31 pouces, qu'il le doit faire en se réduisant de la pression de 38 pouces à celle de 28 pouces.

5°. Que si l'air raréfié par la chaleur de l'eau bouillante n'a pas la liberté d'augmenter son volume jusqu'à être un tiers plus grand, la force de son ressort équivaudra toujours à un poids plus grand que celui de l'atmosphere, & ce poids sera toujours à celui de l'atmosphere en raison inverse de celle des volumes: & si le volume de cet air est exprimé, par exemple, par le nombre 7, & que la hauteur du mercure qui résiste à la force de son ressort soit de 41 pouces; lorsque ce volume sera augmenté d'un septieme, c'est-à-dire, sera exprimé par le nombre 8, la force du ressort de l'air équivaudra encore à $35\frac{7}{8}$ de mercure, & ce qu'il en aura perdu n'équivaudra qu'à 5 pouces $\frac{1}{8}$ de mercure ou 5 pieds 11 pouces $\frac{3}{4}$ d'eau, & seulement 5 pieds, 6 pouces, 6 lignes, le calcul étant fait sur 38 pouces au-lieu de 41 pouces.

II. EXPERIENCE.

UNE autre fois les Thermometres marquant presque le tempéré, on a plongé dans l'eau froide les boules des trois tubes de l'experience précédente, & le mercure n'est baissé qu'environ une ligne au-dessous de *B*, dans le ver-

verre dont la boule eſt la plus groſſe, de deux lignes dans le ſuivant, & de trois lignes dans celui dont la boule eſt la plus petite, après quoi il a ceſſé entierement de deſcendre dans tous les trois verres; on a retiré enſuite ces trois verres de l'eau, & le mercure a continué de deſcendre d'environ une ligne dans le verre dont la boule eſt la plus petite, de deux lignes dans le ſuivant, & d'environ trois lignes dans le verre dont la boule eſt la plus groſſe, enſorte que le mercure eſt reſté pendant un tems dans tous les trois verres environ 4 lignes plus bas que *B*, & eſt remonté enſuite peu à peu, à meſure que les boules ont ſeché.

Cette experience étant conforme à une autre que je fis il y a douze ans au mois d'Août, où les chaleurs ſont fort grandes, avec le Zymoſimetre, dont on plongea la boule dans l'eau froide, & où l'air cependant ne diminua pas davantage la force de ſon reſſort, il ſuit :

1°. Que l'air plongé dans l'eau ne diminue la force de ſon reſſort qu'à ne ſoutenir qu'une ligne en hauteur de mercure de moins que l'atmoſphere.

2°. Que l'air diminue bien ſon reſſort par la froideur de l'eau à proportion de ſon volume; mais que les plus grands en perdent moins que les plus petits.

3°. Que l'eau qui eſt prête à s'évaporer, diminue la force du reſſort de l'air davantage que lorſqu'elle eſt en aſſez grande quantité pour l'environner de toutes parts, ce qui ſe confirme par cette autre experience du

Zy-

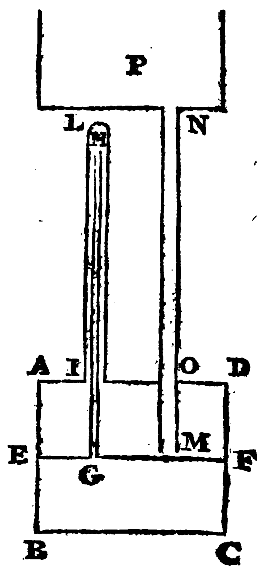
Zymosimetre: car ayant plongé la boule dans de l'esprit de vin, le ressort de l'air diminua & soutint le poids de 4 pouces en hauteur d'eau moins que le poids de l'atmosphere; étant retirée de l'esprit de vin, il diminua encore jusqu'à soutenir cinq pouces d'eau de moins, ce qui faisoit en tout neuf pouces d'eau moins que le poids de l'atmosphere; remise derechef dans l'esprit de vin, le ressort de l'air augmenta des cinq pouces dont il étoit diminué dehors; & mis derechef dehors l'esprit de vin, il diminua derechef des cinq pouces. Cette experience fut faite au même tems que celle dont j'ai parlé ci-devant, c'est-à-dire, pendant les chaleurs de l'Eté.

40°. Que cette seconde diminution de la force du ressort de l'air se fait aussi à proportion de son volume; & qu'elle est plus grande dans les plus grands, & plus petite dans les moindres.

III. EXPERIENCE.

ON a fait construire un cube de fer-blanc * *ABCD*, exactement clos de toutes parts, & partagé en deux également par la séparation *EF*; la partie inferieure *EBCF* n'a aucune communication à la superieure *AEFD*, que par le tube *GH*, enfermé dans un plus gros *IL*, fermé en *L*, & embouché & soudé en *I*, à la partie superieure du cube. *MN* est un autre tuyau qui pénetre dans la par-

* Voyez la Figure suivante.



partie superieure jusques proche le fond *EF*, & est soudé à cette partie en *O*, & embouché & soudé par son extrémité *N*, à un petit baquet ou réservoir *P*; il y a de plus vers *A*, un petit robinet pour donner air à la partie superieure. Ce robinet étant ouvert, on a versé de l'eau dans le petit baquet *P*, cette eau est descendue par le canal *NM*, dans la partie superieure du cube; lorsque cette partie en a été toute pleine, on a fermé le robinet, & on a plongé pendant six secondes la partie inferieure du cube dans l'eau bouillante, & une partie considerable de l'eau contenue dans la partie superieure du cube poussée par la force du ressort de l'air, est montée avec précipitation dans le baquet *P*. Au bout des six secondes l'ayant retirée de l'eau bouillante, l'eau du baquet a commencé à redescendre; mais dans la durée de 300 secondes elle n'étoit pas encore réduite dans l'état qu'elle étoit auparavant On a ensuite mis cette partie inferieure dans l'eau froide pour achever de réduire l'air à son premier volume, après quoi on

l'a

l'a derechef mise dans l'eau bouillante pendant six autres secondes, & l'eau est remontée, comme devant, dans le baquet *P*; après quoi on l'a plongée dans l'eau froide, & l'air a repris son premier volume en 18 ou 20 secondes, ce qu'on a repeté plusieurs fois, & il est arrivé toujours à peu près la même chose, soit qu'on ait toujours tenu pendant les 18 ou 20 secondes cette partie inferieure du cube dans l'eau froide, ou qu'après l'y avoir trempé on l'ait retirée à l'air. Il suit de cette experience:

1°. Que les corps durs qui ne sont pas fort épais, comme le fer-blanc, reçoivent très promptement la chaleur de l'eau bouillante.

2°. Que ce n'est pas toujours la froideur seule du milieu qui détruit l'action de la chaleur, puisque par les experiences précédentes, l'air & l'eau sont à peu près d'une même temperature.

3°. Que ces corps minces employent environ trois à quatre fois autant de tems à perdre dans l'eau froide la chaleur qu'ils ont reçue dans l'eau bouillante, qu'ils en ont été à la recevoir.

J'appelle eau froide, celle qui est à peu près d'égale temperature que l'air.

IV. Experience.

Dans l'experience précédente, les tubes *NMGH* n'avoient qu'un pied de hauteur, mais dans la suite on les allongea, ensorte qu'ils en avoient huit; & ayant répeté les mêmes experiences, elles ont produit encore

re le même effet, excepté que l'eau ne monta pas tout à fait en si grande quantité, ce qui devoit nécessairement arriver à cause de la plus grande hauteur ou charge d'eau, qui par son poids s'opposoit à la dilatation du volume d'air renfermé dans la partie inferieure du cube.

On mit après cela la partie *BC* sur des charbons ardens, ce qui fit monter l'eau dans le baquet *P*, de même qu'avoit fait l'eau bouillante, mais elle n'y monta pas si promptement à cause que la chaleur ne s'appliquoit immédiatement qu'au fond *BC*, au-lieu que dans l'eau bouillante elle s'appliquoit encore immédiatement aux quatre parois *BE*, *BF*, *FC*, *CE*, qui faisoient ensemble une superficie double de *BC*. On ne put pas bien remarquer le tems que l'eau employa de plus à monter dans le baquet *P*, parce qu'on étoit attentif à prendre-garde que la soudure du cube ne se fondît, ce qui arriva enfin, mais l'eau étoit pour-lors dans le baquet, pour le moins aussi haute qu'elle l'avoit été par l'effet de l'eau bouillante, & auroit monté plus haut sans cela.

Il suit de cette experience, qu'on peut par la chaleur du feu appliquée immédiatement à la capacité qui renferme l'air, augmenter la force de son ressort beaucoup plus considerablement que par l'eau bouillante, pourvu que ce qui renferme l'air puisse résister à l'action du feu; & que l'effet en est d'autant plus prompt, que l'action s'en fait dans une plus grande étendue.

V. EXPERIENCE.

On a appliqué cinq hommes au mouvement d'une machine, qui en poussant par les leviers où on a de coutume d'atteler les chevaux, employoient toute leur force à la faire mouvoir.

En supposant la force de chaque homme de 200 l. le total est mil livres.

On a ensuite mis des chevaux pour faire travailler cette machine, ils ont travaillé pendant trois mois; & quoiqu'on mît quatre chevaux à la fois, & qu'on les relayât de trois heures en trois heures, & dans la suite d'heure & demie en heure & demie, ensorte que chaque cheval ne travailloit gueres que six heures de 24, & ne fît pendant ce tems qu'environ six lieues, ils n'ont pu résister à ce travail, & ils y périssoient.

On donnoit à chaque cheval par jour trois bottes de foin de 15 s. un boisseau d'avoine de 8 s. une demi-botte de paille pour la litiere de 2 s. 6 deniers, ce qui fait 25 s. 6 deniers, auxquels il convient ajouter encore le quart desdits 25 s. 6 deniers, à cause que de 365 jours qui composent l'année, il y en a près de 80 tant en Fêtes que Dimanches. Il y avoit de plus la paye des valets d'écurie de 5 s. par chaque cheval, & celle du Maréchal & du Bourlier.

Il suit de cette experience:

1°. Que pour continuer un semblable travail le jour & la nuit, il auroit fallu 16 chevaux; & qu'on ne peut pas compter qu'un cheval tienne lieu d'une puissance conti-

nuelle de soixante livres faisant une lieue par heure.

2°. Que la nouriture & l'entretien d'un cheval qui travaille, revient par chaque jour de travail à près de 40 s.

VI. EXPERIENCE.

LES Ouvriers qui polissent les glaces, se servent pour presser leurs polissoirs d'une fleche ou arc de bois, dont un des bouts qui est arrondi, pose sur le milieu du polissoir; & l'autre qui est une pointe de fer, presse contre une planche de chêne ferme & arrêté au-dessus de leur travail: la simplicité de cette machine fait que toute la force de l'Ouvrier est uniquement employée à expedier son travail. Les polissoirs dont ils se servent le plus ordinairement, sont des trois grandeurs marquées ci-après; & la pression la plus ordinaire de leurs fleches, est aussi telle qu'il sera dit, ce qu'on a remarqué avec un pezon à ressort en accrochant le crochet du pezon au bout d'en-haut de la fleche, & tirant directement vers le bas; on a remarqué de la même maniere en tirant horizontalement avec le crochet dudit pezon une corde attachée aux manches des polissoirs, qu'il falloit les quantités de force, marquées ci-après, pour les faire mouvoir, entre lesquelles la quantité moyenne est d'environ 25 l: or ces Ouvriers commencent leur travail ordinairement à cinq heures du matin & le finissent à sept heures du soir, prennent en trois tems deux heures pour leur repas; de

sor-

sorte que de 24 heures ils travaillent réguliérement douze heures, interrompues de 3 heures en 3 heures par leur repas : la volée de leur fleche, c'est-à-dire, le chemin que fait leur polissoir à chaque fois qu'ils le poussent, ou qu'ils le retirent, est ordinairement d'un pied & demi, & le tems qu'ils employent à chaque volée, une demi-seconde ; mais comme ils s'arrêtent de tems à autre, tant pour voir leur travail, que pour brosser & empoter leur polissoir ; & en outre qu'ils employent quelques tems à sceller & retourner leurs glaces, cela emporte encore environ le sixieme du tems de leur travail, si bien que des douze heures, on n'en doit gueres compter que dix, pendant lesquelles leur travail équivaut à l'élévation continuelle d'un fardeau de 25 l. à trois pieds par seconde.

Il suit de cette expérience : Que pour entretenir un semblable travail pendant 24 heures, il faudroit deux hommes ; & qu'ainsi un homme seul ne tient lieu que d'une puissance continuelle de 12 l. $\frac{1}{2}$, faisant $\frac{3}{4}$ de lieue par heure ; c'est-à-dire, environ la sixieme partie du travail d'un cheval.

Voici les experiences qui ont été faites avec des polissoirs de differentes grandeurs, pressés par des fleches de differentes forces.

Un polissoir de 6 pouces de surface, pressé de 28 l. a été tiré par 23 dans son fort, c'est-à-dire, lorsque la fleche étoit à plomb ou au milieu de sa volée, & par 20 l. dans son foible.

Le même pressé de 30 l. a été tiré par 26 l. dans son foible.

Un autre polissoir de 11 pouces de surface, pressé de 28 l. a été tiré par 25 l. dans son fort, & par 23 l. dans son foible.

Un autre polissoir de 24 pouces de surface, pressé de 28 l. a été tiré par 25 l. dans son fort, & par 23 l. dans son foible.

Le même chargé de 30 l. a été tiré par 28 l. dans son fort, & par 25 l. dans son foible.

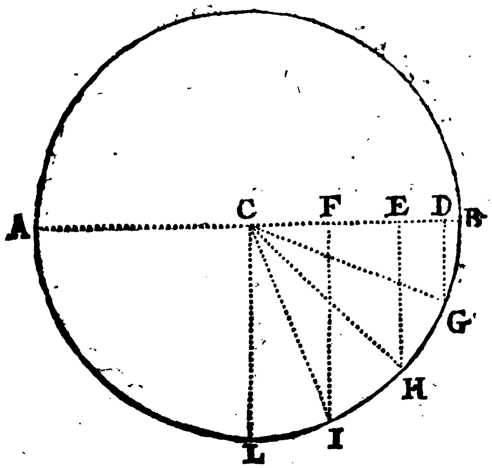
Par ces experiences on peut remarquer, en passant, que c'est une erreur de croire, que les frottemens dans les machines augmentent ou diminuent à proportion que les parties qui frottent ont plus ou moins d'étendue, & que la roue, par exemple, d'un moulin tourne d'autant plus facilement, que ses tourrillons ont moins de longueur, ce qui d'ailleurs est une mauvaise construction, à cause qu'ils mangent incontinent les boîtes dans quoi ils tournent. Mais que ces frottemens augmentent ou diminuent à proportion des fardeaux qui sont mus, & de la raison de la longueur des leviers qui servent à les mouvoir à la longueur de ceux sur lesquels ils s'appuyent.

J'aurois bien souhaité avoir eu occasion de faire les mêmes experiences avec des pieces de fer, de cuivre, & de bois, sur des plans de pareille matiere, parce qu'on auroit pu en déduire des règles très importantes pour calculer les frottemens dans les machines.

PROBLEME.

ETANT *donnés tant de poids égaux qu'on vou-*

voudra B, G, H, I, L, *sur la ½ circonference d'une roue verticale, depuis la ligne à plomb qui passe par le centre de la roue, trouver la force résistante, qui appliquée à la circonference de la roue, fasse équilibre aux poids donnés.*



SOLUTION DEMONTRÉE. Soit le diamètre horizontal *AB*: à cause des rayons égaux *AC*, *CB*, un poids égal à *B*, appliqué en *A*, fera équilibre au poids *B*.

De plus, les poids qui pendent aux extrémités d'une balance étant entre eux, ainsi qu'il est démontré dans les Méchaniques, en raison réciproque de leur distance du point d'appui, un poids qui sera au poids *B*, comme *CD*, égal au sinus droit de l'angle *GCL*, au rayon *CB*, fera équilibre au poids *G*.

Par la même raison un poids qui sera au

 poids

poids *B*, comme *CE* à *CB*, fera équilibre au poids *H*; un autre poids qui ſera à *B*, comme *CF*, à *CB*, fera équilibre au poids *I*, & ainſi des autres en quelque quantité qu'ils puiſſent être; ſi bien que le poids *L*, étant dans la ligne à plomb, n'a beſoin d'aucun poids en *A*, pour lui faire équilibre. Or comme en quelque endroit de la circonference de la roue que la force réſiſtante ſoit appliquée, elle eſt toujours cenſée agir par la direction d'une tangente à l'extrémité d'un rayon égal à *AC*, il ſuit, que la force réſiſtante, ou la ſomme des poids qui appliqués en *A*, font équilibre aux poids donnés, eſt à ces mêmes poids comme la ſomme des ſinus droits des angles, dont ces poids s'éloignent de l'aplomb du centre de la roue, au ſinus total multiplié par le nombre des poids. *Ce qu'il falloit démontrer.*

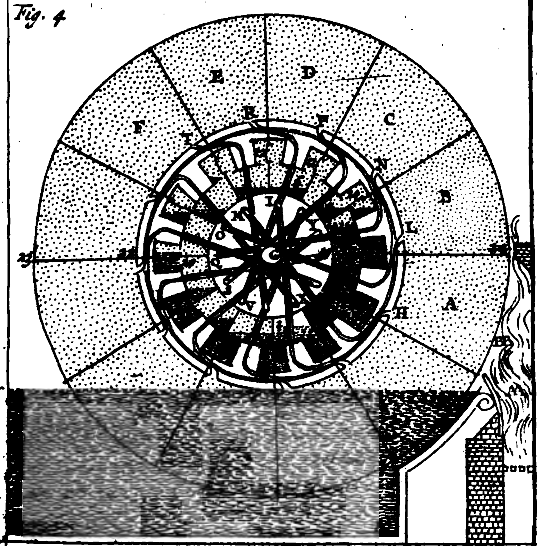
DESCRIPTION DU MOYEN

de ſe ſervir commodément du Feu pour mouvoir les machines.

TOUT ce que deſſus poſé, ſi * *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, & 1, 2, 3, 4, 5, 6, & ſont deux rangées circulaires & concentriques de cellules diſpoſées autour d'un axe horizontal & mobile *G*, & exactement cloſes de toutes parts, excepté que chacune des cellules *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, & puiſſe ſe communiquer à chacune des cellules, 1, 2, 3, 4, 5, 6, &

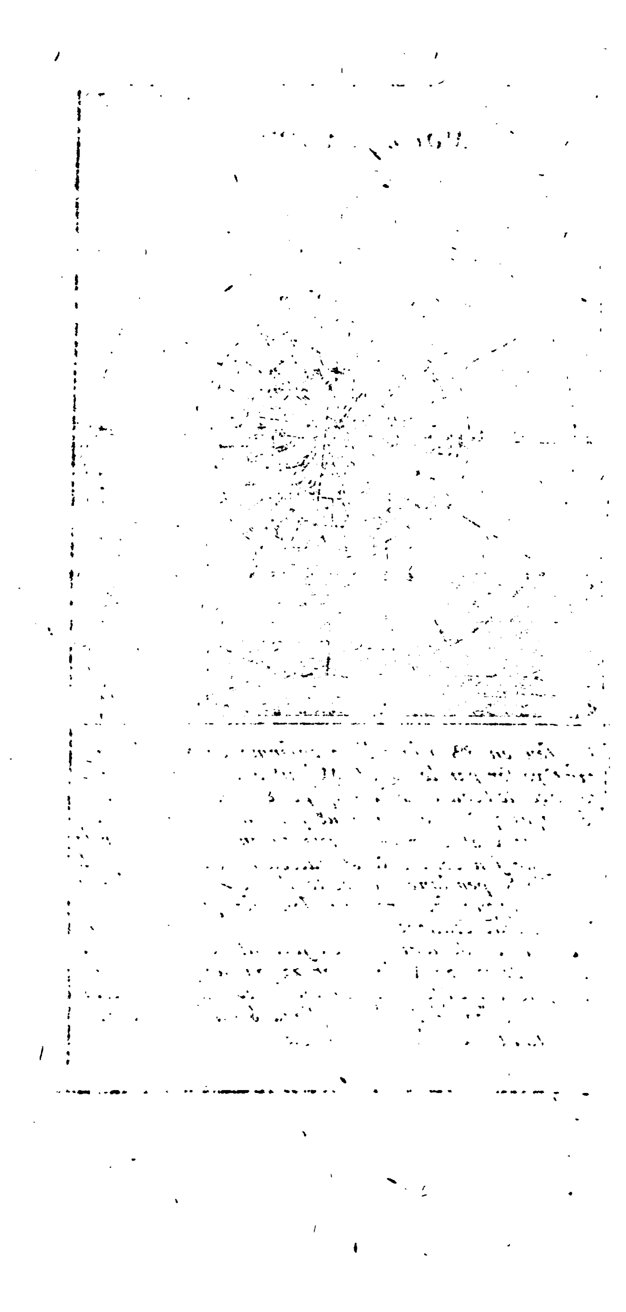
* Fig. 4.

MOULIN A FEU



Le feu en BB dilate l'air enfermé en A. et le faisant passer par le canal HI. fait qu'en pressant la surface de l'eau en 1. la Soupape 18 se ferme. et les Soupapes 7. 8. et 9. s'ouvrent pour laisser monter l'eau vers Y. et charger ce côté, ce qui fait mouvoir la roüe sur son centre G. et succeder la cellulle B. a la cellulle A. pendant que cette derniere entre dans l'eau X. pour faire revenir dans son premier état l'air qu'elle contient

Or il est demontré qu'en faisant Q 19. de 8 pieds 20. 21. de 12. 22 L de 18. et 23. 24. de 30. le tout sur une profondeur de 12 pieds, et que la chaleur en BB soit égale à celle de l'eau boüillante; ce moyen tient lieu de 39 chevaux.



&c par le moyen des tubes *HI*, *LM*, *NO*, *PQ*, *RS*, *TV*, &c & que les cellules 1, 2, 3, 4, 5, 6, &c ayent communication les unes aux autres par les soupapes 7, 8, 9, 10, 11, 12, &c qui sont toutes posées & s'ouvrent toutes d'un même sens, en sorte qu'elles permettent à l'eau l'entrée de la premiere à la seconde cellule, puis de la seconde à la troisieme, de la troisieme à la quatrieme, de la quatrieme à la cinquieme, de la cinquieme à la sixieme, & ainsi de suite jusqu'à la derniere, & derechef de cette derniere à la premiere; mais qu'elles la lui refusent du sens contraire.

Si de plus les cellules *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, &c n'ont directement aucune communication entre elles, & que deux des cellules 1, 2, 3, 4, &c ayent deux ouvertures comme *X*, *Y*, par où on les ait emplies d'eau, & qu'ensuite on ait refermé exactement ces ouvertures, si la capacité de chacune des cellules 1, 2, 3, 4, 5, 6, &c est à peu près la septieme partie de celle des cellules *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, &c & que la force résistante soit supposée faire équilibre avec l'eau des cellules 1, 2, si enfin on applique en *BB*, la flamme sortant du fourneau *AA*, poussée par l'air qui entre par la grille du fourneau, & que le bas du tambour fait des cellules *ABCDEF* &c trempe dans l'eau froide du reservoir &c &c, je dis:

1°. Que l'air de la cellule *B* augmentera son ressort suffisamment pour soutenir non seulement la hauteur d'eau *IY*, mais encore pour faire passer l'eau de la cellule 1, en la

cellule 3, ſi cette hauteur *IY*, n'eſt qu'à peu près de cinq pieds.

2°. Que le poids de cette eau fera tourner toute cette conſtruction du ſens *BAF*, autour du centre *G*, ſi la force réſiſtante eſt moindre que ce poids.

3°. Qu'à meſure que par le mouvement autour du centre *G*, l'eau en *Y*, tend à deſcendre, de nouvelles cellules ſe préſentent en *BB*, & de nouvel air augmente ſon reſſort pour la repouſſer & la ſoutenir à la hauteur ſuffiſante, pour que ſon poids ſoit continuellement ſuperieur à la force réſiſtante; pendant quoi l'air qui avoit été dilaté reprend ſon premier volume, à meſure que les cellules qui le contiennent, paſſent à travers l'eau du baquet &c &c, & de là à travers l'air où il acheve de ſe réduire, pour être de nouveau dilaté toutes les fois que ces cellules reviennent en *BB*; car par la premiere & quatrieme experience, l'air augmente ſon reſſort d'une quantité équivalante à une charge de onze pieds huit pouces en hauteur d'eau: Or de ces onze pieds huit pouces, ſuivant la régle de M. Mariotte pour la preſſion de l'air, il n'y en a que 10 pouces & $\frac{1}{2}$ d'employés à la preſſion néceſſaire pour faire place à l'augmentation des volumes d'air dilatés par la chaleur du feu, qui joints à 5 pieds 6 pouces $\frac{1}{3}$ que cette augmentation fait perdre au reſſort de l'air dilaté, par le cinquieme Corollaire de l'experience premiere, font en tout ſix pieds, 4 pouces, 10 lignes, qui ôtés de 11 pieds, 8 pouces, reſte encore 5 pieds, 3 pouces 2 lignes de hauteur, à laquel-

quelle le ressort de l'air dilaté par une chaleur égale à celle de l'eau bouillante peut soutenir l'eau en *Y*.

Maintenant par le Problême précédent, la force résistante appliquée en quelque endroit de la circonference, qui passe par le milieu des cellules 1, 2, 3, 4, 5, 6, &c est au poids de cette eau, à peu près comme 11 à 14; & si ce poids est de douze milliers, cette force résistante sera de 9428 $\frac{4}{7}$. Or en donnant douze pieds de diametre au tambour fait des cellules 1, 2, 3, 4, 5, 6, &c sur une pareille longueur de douze pieds, & deux pieds de profondeur pris du côté du centre de la roue, ces cellules renferment un espace de 754 pieds cubes $\frac{3}{7}$, dont le $\frac{1}{4}$ est 188 $\frac{4}{7}$, qui multipliés par 70 l. poids d'un pied cube d'eau, donnent 13200 l. Mais comme dans les machines la force mouvante doit être superieure à la force résistante, & qu'il y a toujours quelque frottement à surmonter, les 1200 l. doivent être comptées pour cela; si bien que l'effet de ce mouvement peut être reputé de 9428 $\frac{4}{7}$, ce qui équivaudroit au moins, par la cinquieme experience, à la force de 157 chevaux, si la force résistante faisoit une lieue de chemin par heure; mais comme il faudroit pour cela, que toute cette construction fît 400 révolutions par heure, c'est-à-dire, n'employât que neuf secondes à chacune, au-lieu que par l'experience troisieme, elle ne peut en employer moins que 36, il suit que ce moyen tiendroit encore lieu au moins de 39 chevaux, ou de 234 hommes, par l'experience sixieme; ce qui sup-

suppose que le degré de chaleur ne soit qu'égal à celui de l'eau bouillante, car autrement l'effet en deviendroit d'autant plus considerable, que ce degré de chaleur seroit plus grand; & le profit qu'il y auroit à se servir de cette espece de moulin à feu, seroit d'autant plus considerable, que le prix du bois qu'on y consommeroit en 24 heures, seroit au-dessous de 78 liv. ce qui seroit d'autant plus facile à faire, que ce travail n'empêcheroit pas que ces fourneaux ne servissent à d'autres usages, comme à des vitrifications, à des fontes de métaux, & à d'autres operations de Chymie ou d'ouvrages méchaniques, où le feu est néceſſaire.

Comme je n'entreprens maintenant que de prouver la possibilité de se servir du feu pour mouvoir régulierement les machines, ce que je crois avoir suffisamment fait, il me paroît pour le présent inutile d'entrer dans un plus grand détail de construction; d'autant plus que les difficultés qui pourront dans la suite m'être objectées, me donneront occasion de la perfectionner. Je me contenterai seulement de dire encore ici, qu'il convient que les cellules qui contiennent l'air, soient faites de grandes tables de cuivre rivées & lutées; & que tout le reste, excepté les tubes de communication, peut être de bois.

Les avantages de ce moyen, sont:

1. De pouvoir cesser & reprendre le travail quand on veut, sans demeurer chargé du soin & de la nourriture des chevaux, & de n'en point supporter la perte ni le dépérissement.

2. D'avoir

2. D'avoir toujours une puiſſance égale & ſans interruption, ſi on ne veut; ce qui ne peut être en ſe ſervant des moulins à vent, ou à eau, les uns étant ſouvent arrêtés faute de vent, & les autres par les glaces & débordemens d'eau.

3. Enfin de n'être point ſujet aux lieux, parce qu'on trouve preſque par-tout des matieres combuſtibles.

DESCRIPTION

D'UN NIVEAU

Dont ſe ſert M. COUPLET *, *plus exacte en cette ſeconde Edition.*

CE Niveau eſt compoſé d'une lunette *AB*, de deux vaiſſeaux *CD* joints enſemble par un ou deux tuyaux *oo*, que j'appelle *canal*; de deux autres vaiſſeaux *ob*, *oc*, appellés calebaſſes, parce qu'ils portent la lunette, & flottent dans l'eau dont on emplit ce canal. La lunette a deux pieds huit pouces de longueur; ſon tuyau doit être de fer-blanc, quoiqu'on fît tout le reſte de cuivre. † Dans un bout *A* de ce tuyau, comme en tous les autres tuyaux de lunettes, on met le verre appellé objectif; & dans l'autre bout *B* on met trois oculaires, ſi l'on veut que la lunette ſoit à quatre verres. Un ſeul

* 27. Juin 1699. † Plan. I.

ſeul oculaire ſuffiroit ici, parce qu'il n'importe point que l'objet ſoit renverſé, ou non. Les Lunetiers mettent ordinairement les trois oculaires dans de petites boîtes à vis 5, qu'ils collent & ajuſtent dans un tuyau de carton appellé *Porte-oculaire*, & ils le pouſſent dans le bout *B* du tuyau de la lunette.

Telle que ſoit la lunette du Niveau, elle n'eſt differente des autres, qu'en ce que l'on voit dedans une barre qui la traverſe diametralement & horizontalement. * Cette barre n'eſt autre choſe qu'un cheveu tendu en tel endroit *c*, que celui qui regarde dans la lunette le voye très nettement ſur les objets où il la pointe.

Ce cheveu eſt tendu au milieu d'un anneau, ou d'une couronne de fer-blanc 4, dont le plus grand diametre eſt égal à celui des oculaires de la lunette, afin qu'on puiſſe la mettre dans une boîte à vis comme chaque oculaire. Sur le bord de cette couronne ſont faites deux petites inciſions, qu'on couvre de quelques gouttes de cire après y avoir entortillé les bouts du cheveu.

Mais parce qu'il faut quelquefois tourner & retourner le Porte-oculaire, pour mettre le cheveu horizontal, & que ce tournoyement diviſeroit ou décoleroit les boîtes 5, je mets ce Porte-oculaire dans un bout de tuyau de fer-blanc 6, que j'appelle *Foureau du Porte-oculaire*; & au bout de ce foureau je fais ſouder une forme d'entonnoir qu'on empoigne pour tourner ſans crainte le Porte-oculaire com-

* PLAN. II.

comme on veut; & je mets ce foureau avec le Porte-oculaire dans le bout *B* de la lunette.

Il eſt aiſé de conclûre que le bout *B* de la lunette eſt bien plus peſant que le bout *A*; pour contrebalancer ce plus grand poids, on ſoude un anneau de plomb à ce bout *A*.

* On voit en *CD* la coupe verticale des deux vaiſſeaux *C D* qui ſont en la premiere Planche. Ces vaiſſeaux ont, comme on voit, un peu au-deſſus du milieu de chacune de leurs faces quarrées des pointes rentrantes en dedans d'environ une ligne, qu'on a un peu adoucies; l'eau dont on emplit ces vaiſſeaux a communication de l'un à l'autre par deux tuyaux *vo*, dont on voit les bouts ſoudés au-deſſus de la jointure de leurs parties quarrées avec leurs parties pyramidales tronquées: un ſeul tuyau ſuffiroit, mais deux maintiennent mieux ces vaiſſeaux.

Les calebaſſes *ob*, *oc*, ont le diametre de leur partie cylindrique plus petit de trois à quatre lignes que chaque côté des quarrés *C D*, pour flotter librement entre les pointes de chacun de ces vaiſſeaux. Leur hauteur juſqu'au bord de leur couverture, (qui doit être faite en dôme fort plat, ſans l'être aſſez pour voir reſter de l'eau deſſus,) eſt plus petite d'environ deux pouces que la profondeur des vaiſſeaux *C*, *D*. Ces calebaſſes doivent être ſi bien ſoudées qu'il n'y entre aucune goutte d'eau; & pour s'aſſurer de cette condition abſolument néceſſaire, on doit les voir

* Plan. II.

voir étamées en dedans avant qu'on les ait couvertes de leurs dômes.

Quand elles ſont couvertes, on emplit d'eau le canal; on les met dedans; & pour les faire flotter droites, on y fait tomber du plomb à gibier par un petit trou qu'on a fait ſur leurs dômes, puis on bouche ces trous d'un tampon de cire. J'ai choiſi cette eſpece de leſt ou charge, parce que malgré quelque boſſe ou quelque autre accident qu'il arrivât à ces calebaſſes, on les feroit toujours flotter droites en les ſecouant pour faire rouler d'un côté le trop de plomb qui ſe ſeroit mis de l'autre, ce qu'on ne pourroit faire ſi elles étoient chargées de quelque liquide. Si on voyoit que pour de foibles cauſes elles ceſſaſſent de flotter droites, on les feroit enfoncer davantage en faiſant tomber dedans plus de plomb.

Le tuyau de la lunette *AB*, qu'on voit poſé ſur les dômes des calebaſſes, doit être, comme nous avons dit, de fer-blanc, matiere bien plus legere que le cuivre, pour avoir au deſſous du centre de gravité de ces calebaſſes leur plus grand poids; & partant les rendre plus capables de réſiſter à ce qui les empêcheroit de flotter droites.

Pour aſſeoir le tuyau de la lunette ſur les dômes *ob*, *oc* des calebaſſes, on tâche de l'y faire tenir pendant le moment qu'il faut pour marquer l'endroit où l'on doit faire ſouder des croiſſans, comme on en voit ſous *A* & *B* *, & mieux en la figure 8. Ces croiſſans ſont fendus d'une ligne d'ouverture, qui eſt

* PLAN. II.

eſt prolongée juſqu'à quelques lignes près des dômes; & c'eſt près de la ſoudure de ces croiſſans ſur les dômes que ſont les trous par où l'on charge ces calebaſſes.

Les croiſſans étant ſoudés, la lunette étant miſe dedans, ſon bout *B* étant éloigné du bout du canal autant qu'il eſt néceſſaire pour mettre l'œil à l'oculaire de cette lunette, & ayant obſervé que cette poſition de la lunette n'empêche pas que les calebaſſes flottent droites & très librement entre les quatre pointes rentrantes, on fait au travers des fentes de ces croiſſans quatre repaires ſur le tuyau de la lunette; ſur ces repaires on fait ſouder des aſles *γ*, tellement limées & ajuſtées qu'elles entrent librement juſqu'au fond des fentes des croiſſans, & portent toutes également la lunette à quelques lignes au-deſſus du fond de ces croiſſans. On fait former en dos d'âne le bas de ces quatre aſles, & l'on applanit le fond des quatre fentes, le tout avec la lime douce: ces aſles ſervent à tenir toujours la lunette dans la même poſition ſur les calebaſſes.

Avant de dire ce qu'il reſte à faire pour la perfection de ce Niveau, je donnerai la deſcription de ſon pied.

M, eſt la ſection d'une portion de Sphere, priſe dans un tronçon d'Orme ou d'autre bon bois. Sous cette portion de Sphere, ou ſur ſa ſection repréſentée en *o*, *p*, *q*, dont il eſt commode que le diametre n'excede pas la hauteur du canal, on attache trois branches de fer forgées enſemble, ayant à chacun de leurs bouts une charniere & une vis; ces

ces vis *p*, *o*, *q*, entrent dans trois douilles qui ſont aux bouts des trois bâtons qui portent cette portion de Sphere *M*. Quant aux autres bouts de ces bâtons, il n'eſt pas avantageux qu'ils ſoient ferrés.

Ce pied étant dreſſé à peu près horizontalement, ce qui ſe fait en écartant ou approchant l'un ou l'autre des bâtons, l'on met deſſus le ſupport *ESF* du canal. C'étoit d'abord une planche épaiſſe d'environ deux pouces, & qui avoit autant de largeur que la portion de Sphere *M* a de diametre; ſon plan *ESF* & ſon profil *GrKtH* montrent combien on a élegi cette planche en vuidant les quarrés * *E*, *F*, ou *GH*, pour faire entrer juſtement dedans les vaiſſeaux *CD*, juſqu'à leur cordon *o*. *o*. Les côtés de ces quarrés qui ſont aux deux bouts du ſupport, ſont ſeulement ferrés, comme on voit en la premiere Planche, d'un lien de fer qu'on a mis autour des bouts du ſupport, non pas tant pour fortifier ces bouts, que pour n'avoir pas ce ſupport plus long que le canal qu'il porte. Ce profil montre encore qu'on a rendu ce ſupport plus leger, en fouillant dans ſon épaiſſeur une concavité *rKt* ſi profonde qu'elle n'ait que le bord *rt* de ſa circonference qui frotte ſur la convexité de la portion de Sphere *M*, afin de n'avoir pas beaucoup de frottemens à vaincre quand on tournera de côté & d'autre l'inſtrument qui ſera ſur ce ſupport; on voit encore dans ce ſupport d'autres parties délardées de *G* en *r*, &

de

* Planc. II.

de *t* en *H* pour l'élegir davantage.

Avant que d'attacher sous la portion de Sphere *M* les trois branches de fer *o*, *p*, *q*, on traverse cette portion de Sphere d'un boulon que l'on voit assez long pour traverser aussi l'épaisseur du support, & l'on fait le trou *K* ou *S* beaucoup plus grand qu'il n'est nécessaire pour la grosseur de ce boulon, afin de pouvoir pousser ou tirer de côté ou d'autre ce support sur son pied *M*, pour empêcher que l'eau dont on emplit le canal ne se répande pardessus quelques-uns de ses bords.

On dresse ensuite l'instrument, comme on le voit, en un lieu commode pour découvrir plusieurs objets fort éloignés, sans toutefois qu'ils le soient trop pour bien distinguer si le cheveu qui est dans la lunette se repose sur le faîte 5 de quelque bâtiment, * sur la fermeture 7 de quelque cheminée, sur quelque couronnement d'ouvrage 8, sur quelque élevation enfin bien terminée & isolée; car en quelque repos que soit le cheveu, il a toujours de petites vibrations qui laissent échaper entre lui & la plus grande hauteur des objets où il est pointé, un filet de lumiere qui fait mieux juger si le cheveu ne fait que s'appuyer. Ces objets ainsi choisis sont d'autant plus nécessaires, qu'un cheveu qui n'a gueres de grosseur que la vingt-quatrieme partie d'une ligne, couvre environ un pied de l'objet, qui est à près de trois-mille toises de l'Observateur.

Pour voir si le cheveu rase constamment le

* Plan. I.

le même objet, on interrompt son repos, en donnant quelque petit coup contre le canal, on contre quelques calebasses, puis on observe s'il reprend la même place; ou pour plus grande preuve, on enleve la lunette hors de ses croissans, & on l'y remet.

Il faut avoir soin qu'il n'y ait point d'eau sur les dômes des calebasses, rien qui empêche les aîles 7 de poser sur les fonds des croissans; que l'eau dans le canal soit assez haute, pour ne pas craindre que les calebasses touchent au fond, ni que quelque bout de la lunette touche sur quelque bord du canal.

Si l'on voyoit qu'entre plusieurs observations, il y en eût quelqu'une où le cheveu ne retournât pas précisément sur le même objet, on pourroit soupçonner que la difference vient des réfractions, qui souvent & d'un moment à l'autre sont differentes; surtout quand il pleut, quand il fait très chaud ou très froid, quand le rayon visuel qui part de l'instrument passe d'un lieu où il y a du brouillard, en un autre où il n'y en a point.

Quoique le cheveu retournât constamment sur le même objet, on ne peut encore conclure que cet objet soit de niveau avec l'œil de l'Observateur; mais seulement que les rayons visuels *H* 9 dirigés par cet instrument font toujours des angles égaux 9*HO*, avec un plomb *HO*, qu'on s'imagine descendre de l'œil de l'Observateur au centre de la Terre.

Avec cet instrument, mis en l'état que nous venons de dire, on peut trouver tant de points de niveau vrais entre eux qu'on en veut, pourvu que les lieux sur lesquels on poin-

pointe la lunette soient également éloignés de l'instrument.

Pour en avoir seulement deux, avec lesquels nous dirons comment on donne toute la perfection qu'on puisse desirer, faites planter droit une perche *C* 4 à 300 ou 400 toises de l'instrument, sur le bord d'une riviere, d'un lac ou d'un canal, le long duquel votre Aide vous présentera un Signal, c'est-à-dire, un petit quarré de fer, blanchi d'un côté & noirci de l'autre; car en quelque situation on voit mieux le noir que le blanc: faites hausser ou baisser ce Signal, jusqu'à ce que le cheveu de votre lunette rase son bord superieur 4, & compter combien il y a de pieds, de pouces & de lignes depuis ce bord 4 jusqu'à la base de cette perche *c*; puis l'Aide ira présenter de même en un autre lieu *e* aussi écarté de l'instrument que l'est *c*, un autre Signal 5; & connoissant par votre signe que le cheveu de votre lunette rase le bord de son signal, il écrit combien il y a de pieds, de pouces & de lignes de ce bord 5 jusqu'à la base *e* de sa perche.

Par le moyen de ces points 4 & 5 qu'il est aisé de trouver avec toutes sortes de niveaux, quelque défectueux qu'ils soient, voici comment on peut ajuster l'instrument, & le dégager de l'importune nécessité de choisir toujours des points également éloignés de lui.

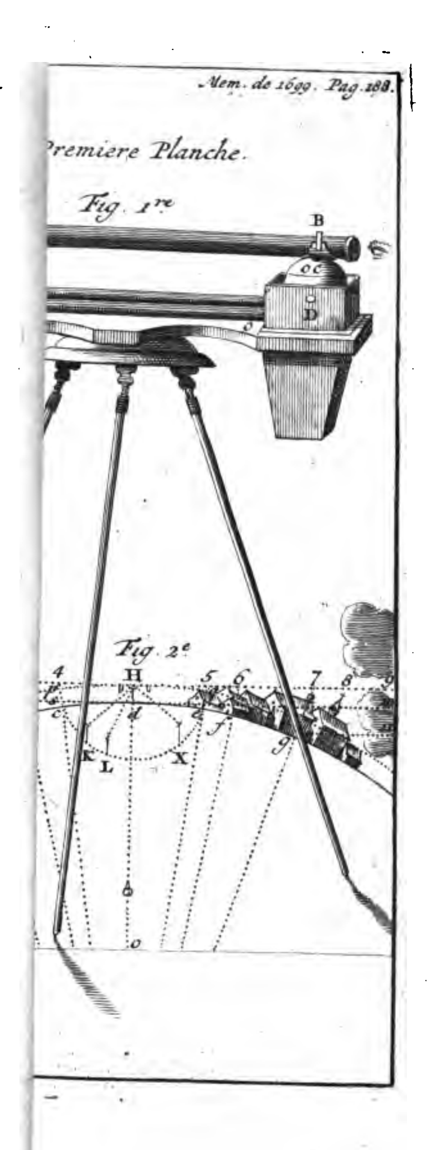
Faites porter l'instrument tout près d'une des perches *c* 4 ou *e* 5, & faites compter combien il y a de pieds, de pouces & de lignes du bord superieur du signal 4 jusqu'en *P*, où vous aurez remarqué qu'est le centre

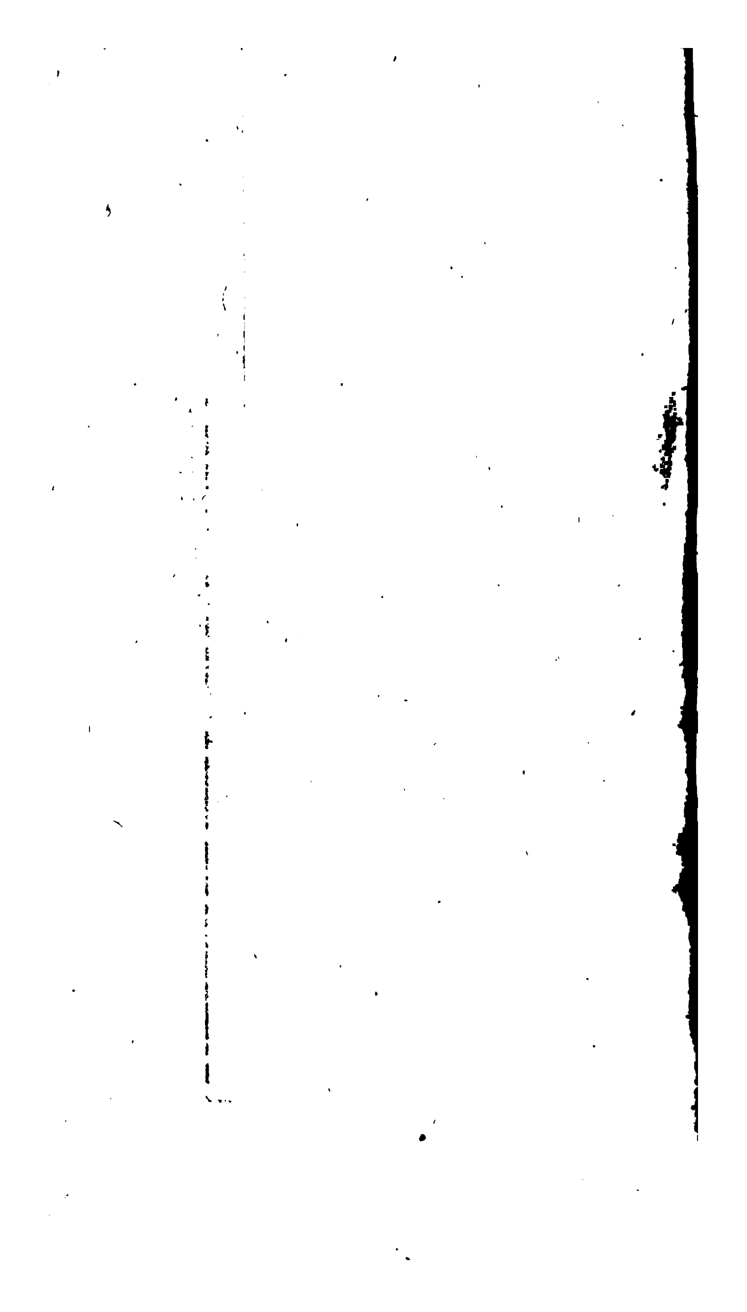
de

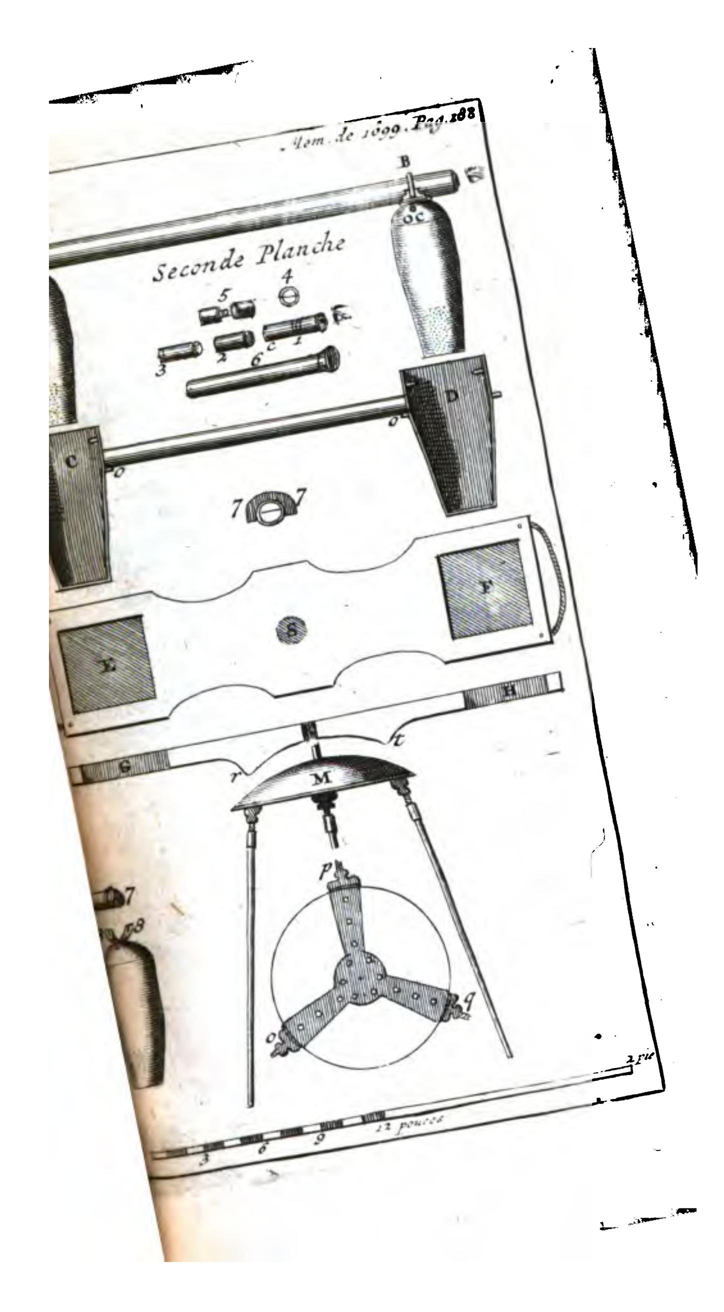
de l'objective de votre lunette, ou que le cheveu est coupé par la perche *c* 4 : que votre Aide ensuite aille mettre sur la perche *e* 5 un signal 4 autant au-dessous de 5 que *p* est au-dessous de 4 : puis tournez l'objective de la lunette de votre instrument vers *q*, sans rien changer au pied de cet instrument.

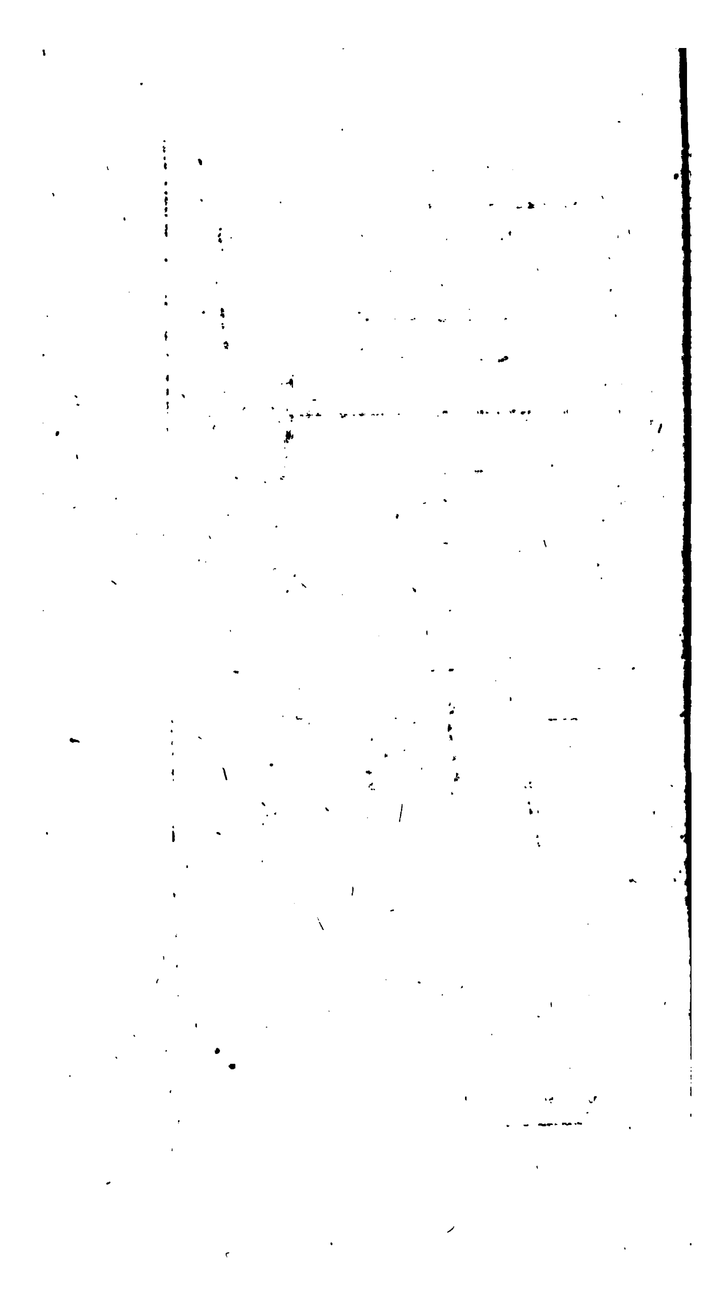
On voit que les lieux propres à planter ces deux perches, devroient être choisis le long d'une riviere, afin que leurs bases ne soient pas bien éloignées d'être de niveau entre elles. Ayant ainsi sur l'une & l'autre de ces perches deux autres points *p*, *q*, aussi de niveau vrai entre eux, comme le sont les points 4 & 5, regardez si le cheveu de la lunette qui est en *p* rase le bord superieur du signal *q*. S'il le rasoit, l'instrument seroit parfait; mais ce seroit un grand hazard. Si le cheveu se repose plus haut que *q*, ôtez du plomb de la calebasse *oc*; ou si elle ne vous paroissoit pas trop enfoncée dans l'eau du canal, mettez-en dans la calebasse *ob* qui porte l'objective. Otez-en enfin de l'une, ou mettez-en dans l'autre, jusqu'à ce que le cheveu de la lunette approche du signal *q*; puis on recommence à remarquer où le cheveu de la lunette est coupé par la perche *c* 4; on compte, comme dans l'operation précédente, combien il y a de pieds, de pouces & de lignes depuis le signal 4 jusqu'à ce point, & on fait placer sur la perche *e* 5 un signal autant au-dessous de 5 que le centre de la lunette se trouve au-dessous de 4; & si l'on observe que le cheveu rase le bord de ce signal, on peut conclure que l'instrument est parfait; sinon, diminuez

peu


Premiere Planche.
Fig. 1re
B
oc
D
Fig. 2e
4
H
5
6
7
8
c
d
f
g
K
L
X
o




Seconde Planche
B
oc
4
5
1
c
2
3
6
D
o
C
o
7
7
F
S
E
H
t
G
r
M
p
q
o
7
8
12 pouces
3
6
9
2 pie



peu à peu avec un couteau, & non avec une râpe, l'anneau de plomb soudé en *A*; chargez ou déchargez les calebasses, & repetez ces operations jusqu'à ce que la mesure du point de niveau 4 au centre de la lunette, soit égale à la mesure du point de niveau 5 à celui où son cheveu coupe la perche *e* 5; & alors vous serez sûr que les rayons visuels que l'instrument dirige, soit longs, soit courts, font des angles droits avec des lignes *HO*, qui seroient imaginées descendre de l'œil de l'Observateur au centre de la Terre. C'est tout ce qu'on peut demander d'un instrument des plus justes qu'on ait encore eu.

L'échelle qu'on voit au bas de la seconde Planche, donne les mesures de chaque partie de ce Niveau. Si la longueur du support & celle de ses trois pieds sont réduites à la longueur du canal, & si le diametre de la portion de Sphere est réduit à la largeur du support & à la hauteur des deux vaisseaux du canal, ce n'est que pour enfermer le tout dans une caisse.

QUA-

QUADRATURE D'UNE INFINITÉ

De Segmens, de Secteurs, & d'autres Espaces de la Roulette ou de la Cycloïde vulgaire.

Par M. BERNOULLI, Professeur des Mathématiques à Groningue *.

SUIVANT Toricelli, il y a précisément cent ans que cette fameuse Courbe fut imaginée par Galilée son Maitre, à qu'il semble en attribuer l'invention. Quoi qu'il en soit, on peut dire avec vérité, que c'est particulierement en France qu'elle a aquis sa plus grande réputation. Car il est constant que le P. Mersenne la divulgua le premier en la proposant à tous les Géometres de son tems; lesquels s'y appliquant à l'envi, y firent alors plusieurs découvertes: en sorte qu'il étoit difficile de juger à qui étoit dû l'honneur de sa premiere invention. De-là vint cette célèbre contestation entre Messieurs de Roberval, Toricelli, Descartes, Lalovera, &c. qui fit alors tant de bruit parmi les Savans. Depuis ce tems-là, à peine a-t-on trouvé un Mathématicien tant soit peu distingué, qui n'ait éprouvé ses forces sur cette ligne, en tâchant d'y découvrir quelque nouvelle proprieté. Les

* 21 Juillet 1699.

Les plus belles nous ont été laiſſées par Meſſieurs Paſcal, Huigens, Wallis, Wren, & quelques autres. Son identité avec ſa dévelopée, les chûtes en tems égaux par des arcs inégaux de cette Courbe, & la plus vîte deſcente à laquelle nous l'avons trouvée propre dans ces derniers tems, en ſont ſans contredit les plus remarquables & les plus utiles par les uſages qu'elles peuvent avoir dans la Méchanique; comme il paroît dans l'admirable invention des Pendules.

Quant à celles qui ſont purement ſpéculatives, il n'y en a pas une qui ait tant excité l'admiration des Savans, que la Quadrature d'un ſeul ſegment de cette Cycloïde, d'autant plus qu'on démontre que ſa Quadrature indéfinie eſt impoſſible ſans celle du Cercle dont elle dépend. Cette proprieté à même paru trop belle à M. Wallis (jaloux de la gloire de ſa Nation) pour pouvoir reconnoître que M. Huigens ſoit le premier inventeur de cette Quadrature; puiſqu'il fait tous ſes efforts pour l'attribuer à ſon M. Wren. C'eſt apparemment ce qui a donné occaſion à M. Leibnitz d'aller plus avant, & de chercher cet autre ſegment quarrable oblique, qu'il a publié autrefois dans les Journaux. Mais ces deux ſegmens ſont tout ce qu'on a cru juſqu'ici de quarrable dans la Cycloïde ordinaire; & même M. Tſchirnhaus ſe perſuadoit avec tant d'aſſûrance que c'étoient les ſeuls qui le fuſſent, qu'il avance hardiment dans les Actes de Leipſik de l'année 1687 page 526, que la Cycloïde n'a pas un nombre infini d'eſpaces quarrables.

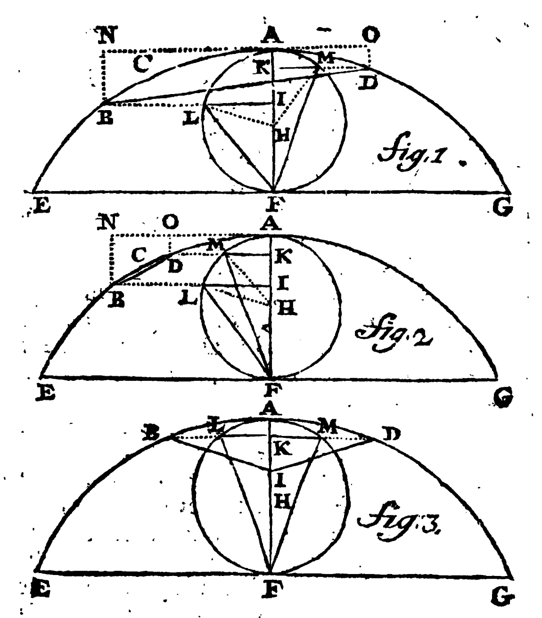
Pour

Pour desabuser donc ceux qui pourroient être de son sentiment, je me crois obligé de démontrer ici le contraire par la découverte que je fis il y a déja quelque tems, des Quadratures d'une infinité non seulement de segmens, mais aussi de secteurs, & d'autres sortes d'espaces de cette Courbe, & d'en laisser l'examen & le jugement à l'illustre Académie des Sciences, avant que de la rendre publique. Car comme, selon toutes les apparences, ce sera la derniere observation qu'on aura faite dans ce siecle au sujet de notre Cycloïde, il est juste qu'après une durée de cent ans, qu'elle a continuellement exercé les Mathématiciens de toute l'Europe, elle retourne maintenant porter ce dernier éclat en France où elle a pris son premier lustre.

*. SOIT donc la Cycloïde commune *EAG*, dont la base soit *EG*, l'axe *AF*, & le cercle générateur *ALF*. Je dis que si l'on mene à discretion deux ordonnées *IB* & *KD*, de maniere néanmoins, que la distance *IF* de l'une au centre, soit égale à la distance *KA* de l'autre au sommet; la droite *BD* (que l'on conçoit tirée par les extrémités de ces ordonnées) retranchera un segment cycloïdal *BCDB*, qui sera quarrable. *Ce Segment* BCDB *sera égal à la somme des triangles rectilignes* LFI + MFK (fig. 1.) *ou à la difference des mêmes* LFI — MFK (fig. 2.) ce que je démontre ainsi.

Soient *NAO* parallele à la base *EG*; *BN*, *DO*,

* Fig. 1, 2.



DO, paralleles à l'axe *AF*; & les rayons *HL*, *HM*. Premierement lorsque les ordonnées * *IB*, *KD*, (*fig.* 1.) sont de differens côtés de l'axe, le segment *BCDB* se trouve égal au trapeze *BNOD* diminué des deux trilignes *ANB* & *AOD*; mais le trapeze $BNOD = \overline{\frac{1}{2} BN + \frac{1}{2} DO} \times NO$ (à cause de $HI = AK$) $= \frac{1}{2} HA \times NO = \frac{1}{2} HA \times NA + \frac{1}{2} HA \times OA$. Or par la nature de la Cycloi-

* Fig. 1.

cloïde $\frac{1}{2} HA \times NA = \frac{1}{2} HA \times$ arc. $\overline{AL + LI}$ = sect. LHA + triang. LHF = sect. LFA. On démontrera de même que $\frac{1}{2} HA \times OA$ = sect. MFA. Donc le trapeze $BNOD$ = aux deux secteurs $LFA + MFA$. Maintenant par la proprieté de la Cycloïde, déja connue, le triligne ANB = au segment circulaire AIL; & le triligne AOD = segm. circ. AKM. Donc ayant ôté du trapeze $BNOD$ les deux trilignes ANB, AOD; & des secteurs AFL, AFM, les deux segmens circulaires AIL, AKM: l'on aura le segment cycloïdique $BCDB$ = aux deux triangles rectilignes $LFI + MFK$. *Ce qu'il falloit démontrer.*

Que si les ordonnées * IB, KD, sont d'un même côté (*fig.* 2.) le segment $BCDB$ = trap. $BNOD$ − triligne ANB + triligne AOD; & en suivant les tracés de la démonstration précédente, on trouvera le trapeze $BNOD = \frac{1}{2} HA \times NA - \frac{1}{2} HA \times OA$ = sect. LFA − sect. MFA. Donc ayant substitué les segmens circulaires AIL, AKM, à la place des trilignes ANB, AOD, qui leur sont égaux; il viendra le segment cycloïdal $BCDB$ = à la difference des deux triangles rectilignes $LFI - MFK$. *Ce qu'il falloit démontrer.*

† COROL. I. Les points K & I concourant & se confondant au-milieu du rayon AH, il est manifeste que la corde BD (*fig.* 1.) sera alors perpendiculaire à l'axe AF, & qu'elle passera par le même point du milieu du

* Fig. 2. † Fig. 1.

du rayon *AH*. Ce qui fait le cas particulier de M. Huigens; le segment *BADB* devenant en ce cas égal au triangle équilateral inscrit dans ce cercle générateur, ou (ce qui est la même chose) au demi-hexagone inscrit dans le même cercle.

* COROL. II. Mais si les points *K* & *I* sont éloignés l'un de l'autre le plus qu'il est possible, c'est-à-dire, si *K* tombe au sommet *A*, & *I* au centre *H*; le segment *BCDB* dégénerera dans celui qui a été trouvé par M. Leibnitz, & sera égal au seul triangle *LFI* (l'autre *MFK* s'évanouissant) ou, ce qui vaut autant, au quart du quarré inscrit dans le cercle générateur.

† Je passe maintenant à une détermination générale d'une infinité de secteurs de la Cycloïde, tous quarrables, qui (comme j'espere) ne paroîtront pas moins curieux que les segmens. Les points *K* & *I* sont encore ici supposés également éloignés du sommet *A* & du centre *H*. Du point *I* soient tirées deux lignes droites *IB*, *ID*, aux deux extrémités de l'ordonnée *BKD*: elles formeront un secteur cycloïdal *IBADI*, que je dis être encore quarrable, étant égal au triangle isoscele *LFM*. Je n'en mets point ici la démonstration, parce qu'elle se tire aisément de la précédente. Il faut seulement observer en passant, que les deux cas particuliers de Messieurs Huigens & Leibnitz, sont encore ici compris dans cette détermination générale, étant visible que le secteur *IBADI* prend

* Fig. 1, 2. † Fig. 4.

prend la forme du segment de M. Huigens, quand les deux points *K* & *I* se confondent; & qu'il se change en deux segmens obliques de M. Leibnitz, lorsque *I* tombe en *A*, & *K* en *H*.

Il ne sera pas hors de propos de dire, que j'ai aussi trouvé une méthode toute singuliere de déterminer d'autres espaces cycloïdiques quarrables par l'Algebre. Par exemple, je veux tirer deux ordonnées *KD*, *IB* (*fig.* 2.) qui comprennent un espace *KDCBI* quarrable, démontrant en même tems, que cela se peut pratiquer d'une infinité de manieres, en sorte que l'espace *KDCBI* sera toujours different selon la diversité des racines des équations algebraïques tantôt plus, tantôt moins élevées. Car il faut remarquer que tous ces espaces ne peuvent pas être déterminés par une construction universelle, comme l'ont été ci-dessus les segmens & les secteurs. Quand je saurai que la démonstration synthetique de cette quadrature générale aura eu le bonheur de plaire à l'Académie, je communiquerai aussi la Méthode analytique dont je viens de parler.

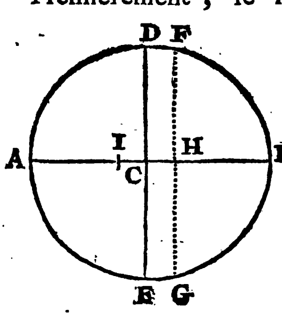
ME-

METHODE
POUR CENTRER
LES VERRES DES LUNETTES
d'approche en les travaillant.

Par M. DE LA HIRE *, à l'Obſervatoire.

APRÈS ce que j'ai expliqué de la maniere de connoitre l'inégalité de l'épaiſſeur des verres dont on ſe ſert pour faire les objectifs des lunettes d'approche, il ne ſera pas difficile de les centrer en les travaillant, c'eſt-à-dire, de faire en ſorte que la plus grande épaiſſeur de ce verre ſe trouve au centre de la figure quand il ſera travaillé.

Premierement, le morceau de verre dont on veut faire un objectif, étant taillé de figure circulaire, on y marquera le centre comme en *C* : & par la méthode que j'ai donnée, & comme je l'expliquerai enſuite par rapport à cet uſage, on tracera ſur ce



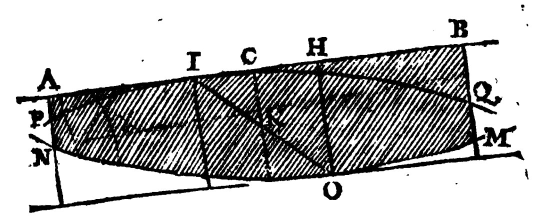
* 22 Juillet 1699.

ce cercle le diametre *AB*, qui déterminera sa plus grande épaisseur en *B*, & sa moindre en *A*.

Secondement: On commencera à former le verre suivant la figure qu'on veut lui donner en diminuant peu à peu la partie *B*, autant qu'on juge à peu près qu'elle peut être plus épaisse que la partie *A*; & ce côté du verre étant enfin entierement achevé & poli, on le démastiquera, & on l'examinera pour connoitre l'endroit encore plus épais, s'il n'est pas égal par-tout. Mais comme il est taillé d'un côté, on pourra en déterminer le centre par la même méthode; c'est-à-dire, qu'on pourra y marquer le point où est la plus grande épaisseur de ce verre. Ce qui se fera en y traçant d'abord un diametre, comme je viens de l'enseigner, dans lequel une ligne claire ou noire ne paroisse point multipliée, ce qui peut toujours se trouver; & si dans tous les diametres cette ligne ne paroît point doublée, on est assuré que le verre est bien centré, & qu'on peut le travailler également de l'autre côté pour lui donner son entiere perfection. Mais si l'on trace sur le verre un autre diametre *DE* perpendiculaire à *AB* qui est celui où l'image du trait clair ou noir ne paroît point multipliée, & que l'image de ce même trait paroisse multipliée dans le diametre *DE*, on connoitra que le verre ne sera pas centré. Il faut donc alors faire paroitre l'image du trait sur le verre, laquelle soit parallele au diametre *DE*, & l'y faire mouvoir tant qu'elle ne paroisse point doublée, ce qu'on peut toujours trouver,

ver, & l'on marquera cette ligne comme en *FG* ſur la ſurface du verre, laquelle coupera à angles droits le diametre *AB* au point *H*, lequel ſera le centre de ce verre. Maintenant on tranſportera la grandeur *CH* en *CI* de l'autre côté du centre ſur le diametre *AB*, & ayant maſtiqué ou attaché le verre comme auparavant, on commencera à le tailler du côté qui eſt encore plat, & on uſera peu à peu ſa partie vers *B* plus que celle qui eſt vers *A*; en ſorte qu'étant preſque tout taillé ſpheriquement, il ne reſte plus que le petit point *I* qui ne ſoit point taillé ſur la ſurface. Alors on peut achever ce côté du verre, & on ſera aſſuré qu'il ſera bien centré.

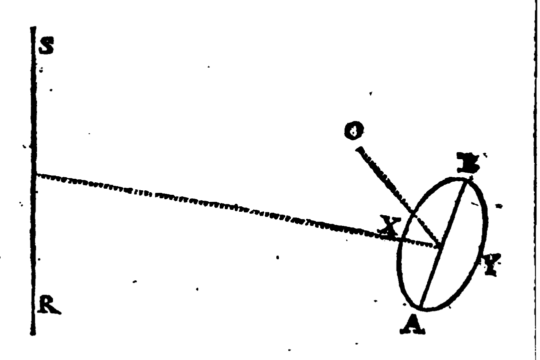
On pourra coler ſur la ſurface du verre qui eſt taillée la premiere, un petit morceau de papier blanc où l'on marquera le point *I*, afin de reconnoitre toujours ce point en taillant l'autre côté.



La démonſtration de cette pratique n'eſt pas difficile; car ſoit *ABMN* la coupe du verre par le diametre *AB* de ſa figure, & perpendiculairement à la ſurface plane *AB*, ſi l'on imagine un plan parallele à cette ſurface qui touche en *O* le côté *NOM* du ver-

re qui eſt travaillé, il eſt évident que le point *O* ſera le centre du verre ou ſon point *H* opposé; & puiſque le point *C* eſt au milieu du diametre *AB*, ſi l'on prend *CI* égale à *CH*, & qu'on faſſe en ſorte que le point *I* ſoit l'endroit où la courbure *PIQ* égale & ſemblable à *NOM* touche le plan *AB*, la ligne *IO* étant coupée en deux également en *K*, donnera le point *K* pour le centre de ce verre. *Ce qu'il falloit trouver.*

Maintenant pour ce qui eſt de la maniere dont on peut trouver la plus grande épaiſſeur du verre, comme il ne s'agit que d'une ſeule multiplication, il faudra ſeulement ſe ſervir de la réflexion d'une ligne claire dans l'obſcurité, ou noire au grand jour. On doit donc



expoſer un des côtés du verre *AB* à la ligne noire ou claire *RS*, en ſorte qu'il ſoit perpendiculaire au plan qui paſſe par l'œil *O* & par la ligne *RS*, & que cette ſurface du verre ſoit auſſi fort peu inclinée à cette même ligne

ligne pour en pouvoir appercevoir l'image plus facilement; & lorsque l'image *AB* de la ligne *RS* paroitra simple, on saura que le diametre *AB* du morceau de verre circulaire en déterminera sa plus grande & sa moindre épaisseur. Mais si l'image *AB* paroît doublée, & que la plus vive des deux soit vers *X*, & la plus foible vers *Y*, aussi la partie *X* du verre sera plus épaisse que la partie *Y*, comme je l'avois démontré.

METHODE

COMMUNE AUX EQUATIONS

DU SECOND ET DU TROISIEME DEGRÉ

Pour en avoir la solution par une simple transformation de leur premier terme, faite à l'ordinaire.

Par M. VARIGNON *.

QUELQUE nombre de Méthodes qu'on ait trouvées jusqu'ici par rapport à ce même sujet, celle-ci paroît si naturelle & si facile, qu'on a cru faire plaisir à ceux qui aiment ces matieres, que de la leur faire aussi remarquer.

Se-

* 5 Août 1699.

SECOND DEGRÉ.

I. Soit $zz+pz+q=o$ l'Equation à résoudre. Prenez $z=x-y$ (on prendroit $z=x+y$, si l'Equation avoit $-pz$); & vous aurez $zz=xx-2xy+yy=xx-2xy+2yy-yy=xx-2yz-yy$. Et par conséquent aussi $zz+2yz+yy-xx=o$: laquelle Equation, comparée terme à terme (à la maniere de M. Descartes) avec la proposée $zz+pz+q=o$, donnera 1°, $pz=2yz$, ou $y=\frac{1}{2}p$; & 2°, $q=yy-xx=\frac{1}{4}pp-xx$: d'où résulte $x=\pm\sqrt{\frac{1}{4}pp-q}$. Donc $z\ (x-y)=-\frac{1}{2}p\pm\sqrt{\frac{1}{4}pp-q}$. *Ce qu'il falloit premierement trouver.*

Les trois autres cas de ce degré complet donneront de même ce qui suit:

	EQUATIONS.	RACINES.
COROL.	$zz+pz+q=o$	$z=-\frac{1}{2}p\pm\sqrt{\frac{1}{4}pp-q}$
	$zz+pz-q=o$	$z=-\frac{1}{2}p\pm\sqrt{\frac{1}{4}pp+q}$
	$zz-pz+q=o$	$z=\frac{1}{2}p\pm\sqrt{\frac{1}{4}pp-q}$
	$zz-pz-q=o$	$z=\frac{1}{2}p\pm\sqrt{\frac{1}{4}pp+q}$

TROISIEME DEGRÉ.

II. Soit aussi $z^3+pz+q=o$ l'égalité à résoudre. Prenez encore $z=x-y$ (on prendroit

droit encore aussi $z = x + y$, si l'Equation avoit $-pz$); & vous aurez de même $z^3 = x^3 - 3xxy + 3xyy - y^3 = x^3 - 3xy \times \overline{x - y} - y^3 = x^3 - 3xyz - y^3$. Et par conséquent aussi $z^3 + 3xyz + y^3 - x^3 = 0$: laquelle Equation comparée aussi terme à terme avec la proposée $z^3 + pz + q = 0$, donnera 1°, $3xyz = pz$, ou $y = \frac{p}{3x}$; & 2°, $q = y^3 - x^3 = \frac{p^3}{27x^3} - x^3$, ou $x^6 + qx^3 = \frac{1}{27}p^3$: D'où résulte (*art.* 1.) $x^3 = -\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}$. Or puisque $q = y^3 - x^3$ (on pourroit aussi se servir de $y = \frac{p}{3x}$: c'est pour arriver d'abord aux formules ordinaires qu'on commence par ici), l'on aura de même $y^3 = q + x^3 = \frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}$. Donc $z\ (x - y) = \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}} - \sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}}$. *Ce qu'il falloit aussi trouver.*

Les trois autres cas de ce troisieme degré sans second terme, donneront encore de même ce qui suit:

	EQUATIONS.	RACINES.
COROL. I.	$z^3 + pz + q = 0 \ldots\ldots$	$z = \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}} - \sqrt{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}}$
	$z^3 + pz - q = 0 \ldots\ldots$	$z = \sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}} - \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}}$
	$z^3 - pz + q = 0 \ldots\ldots$	$z = \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}} + \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \mp \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}}$
	$z^3 - pz - q = 0 \ldots\ldots$	$z = \sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}} + \sqrt[3]{\frac{1}{2}q \mp \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}}$

REMARQ. Il eſt ici à remarquer que le calcul de ces formules radicales s'abregeroit de la moitié, ſi au-lieu de la valeur de y qu'on vient de ſubſtituer, on y ſubſtituoit celle que donne l'égalité $y = \frac{p}{3x}$, tirée de même de la comparaiſon des termes de l'Equation propoſée & de la transformée; on auroit, dis-je, alors:

Corol. II.

Equations.	Racines.
$z^3 + pz + q = 0$	$z = \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}} - \dfrac{p}{3\sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}}}$
$z^3 + pz - q = 0$	$z = \sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}} - \dfrac{p}{3\sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq + \frac{1}{27}p^3}}}$
$z^3 - pz + q = 0$	$z = \sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}} + \dfrac{p}{3\sqrt[3]{-\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}}}$
$z^3 - pz - q = 0$	$z = \sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}} + \dfrac{p}{3\sqrt[3]{\frac{1}{2}q \pm \sqrt{\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3}}}$

On fera ſur ceci les réflexions accoutumées : la facilité de la méthode qu'on vient d'expliquer, étant tout ce qu'on a eu en vue de faire ſentir ici.

OBSERVATIONS SUR CETTE SORTE D'INSECTES QUI S'APPELLENT ORDINAIREMENT DEMOISELLES.

Par M. HOMBERG *.

JE ne donnerai pas ici une deſcription entiere de tout l'animal, la figure ci-jointe pouvant ſuffire pour le diſtinguer d'avec les autres Inſectes. J'en décriai ſeulement les parties qui ont principalement du rapport à mon obſervation ; & comme il y a differentes eſpeces de Demoiſelles, tant pour la grandeur & pour la couleur, que pour la ſtructure du corps, il ſera bon de ſpécifier d'abord celles dont je parle ici ; car je n'ai pu faire mon obſervation que ſur une ſeule eſpece.

Les mâles & les femelles y ſont d'une même grandeur, ſavoir de vingt lignes environ de long ; le corps de l'un & de l'autre eſt également grêle ; excepté que le bout de la queue, ou l'extrémité du ventre de la femelle *b*, eſt plus gros que n'eſt celui du mâle *a*. L'un & l'autre ſont d'une grande vivacité,

* 21 Août 1699.

cité, & se tiennent ordinairement sur les bords des rivieres.

Les mâles sont de couleur violette luisante par tout leur corps: leurs quatre aîles sont transparentes, un peu dorées, avec une grande tache presqu'au milieu de chaque aîle, du même violet que leurs corps, ce qui rend cet endroit des aîles opaque. Voyez fig. *e*.

Les femelles sont par tout leur corps d'un gris doré luisant, tirant sur le verd. Leurs quatre aîles sont transparentes, de la même couleur & sans tache. Voyez fig. *f*.

Lorsqu'elles sont en repos, ou qu'elles ne volent point, leurs quatre aîles s'approchent, & se tiennent si près les unes des autres, qu'elles ne paroissent qu'une seule aîle, au-lieu que plusieurs autres especes de Demoiselles tiennent toujours leurs aîles étendues, aussi-bien pendant leur repos, que lorsqu'elles volent.

La tête de cet animal, qui est fort grosse en comparaison de son corps, ne tient à sa poitrine que par un filet fort menu. Son ventre *a*. *c*. savoir: cette partie qui regne depuis l'endroit sur lequel sont plantées ses aîles jusqu'à l'autre extrémité, est divisé en dix articles, dont le mouvement n'est que du haut en bas & du bas en haut, & non pas d'un côté à l'autre.

L'endroit sur lequel sont plantées ses aîles, je l'appellerai sa poitrine.

Il a ses poûmons environ au-milieu de son ventre vers *b*, ce qui paroît en ce que cette partie s'enfle un peu & s'affaisse continuellement par de petits intervalles, comme font

ſont ordinairement ceux de la reſpiration.

L'extrémité du ventre du mâle *a*, ou le dixieme article de ſon ventre, eſt un anneau ſimple qui fait ſon anus; il eſt garni de quatre crochets, deux plus gros en deſſus de la longueur environ d'une ligne, & deux plus petits en deſſous, qu'il peut ouvrir & fermer, comme les Ecreviſſes font leurs pattes. Voyez fig. *a*.

L'extrémité du ventre de la femelle *b*. paroît conſiſter en deux tuyaux placés l'un au-deſſous de l'autre. (Voyez fig. *b*.) Celui de deſſus eſt l'anus par où elle rend ſes excrémens, & il eſt placé comme celui des mâles; l'autre qui eſt au-deſſous, eſt ſa partie féminine, ou l'entrée à la matrice. Ce dernier-ci eſt environ d'une ligne de long, & prend ſon origine dans la partie baſſe du huitieme article du ventre. Ces deux tuyaux ſont garnis au bout chacun de deux fort petites pointes; au-lieu que l'anus du mâle eſt garni de quatre crochets. Ces deux bouts de tuyau placés l'un au-deſſus de l'autre, font que l'extrémité du ventre de la femelle eſt plus groſſe, & ne ſe termine pas tant en pointe qu'au mâle.

J'ai vu faire une action à ces animaux qui m'a paru fort extraordinaire, & qui m'a donné la curioſité de les examiner avec attention; c'eſt que le mâle trouvant la femelle aſſiſe ſur quelque feuille ou branche ſur le bord de l'eau, il la prit en volant avec les crochets de ſon anus par le col entre la tête & la poitrine, & emporta ainſi la femelle pendue par la tête au bout de ſa queue.

Je

Je crus d'abord, que c'étoient deux differentes especes d'animaux qui se chassoient; mais comme je ne vis aucune résistance de l'une pour empêcher son enlevement; au contraire que l'une se présentoit & paroissoit attendre l'autre pour être plus commodément emportée, j'en jugeai autrement.

En les suivant, je vis que le mâle s'assit non loin de là sur une feuille de jonc, & en même tems il haussa sa queue avec laquelle il tenoit la femelle par le col, pour la mettre sur la même feuille où il étoit. La femelle étant ainsi assise derriere le mâle, elle courba son ventre, qu'elle fit passer entre ses jambes, & avec le bout de son ventre, elle porta ses parties contre la poitrine du mâle, qui a ses parties génitales en cet endroit: (voyez la fig. *g.*) le mâle soutenant pendant toute cette action la tête de la femelle avec le bout de sa queue.

Ils demeurerent dans cette posture pendant environ trois minutes, puis le mâle souleva puissamment sa poitrine, & les parties génitales de ces deux animaux se séparerent, comme si on les avoit arrachées les unes des autres: la queue du mâle lâcha aussi en même tems la tête de la femelle, & il s'envola aussi-tôt.

La femelle étant en liberté, se redressa, & demeura immobile dans la même place pendant un bon demi quart d'heure, puis elle s'envola aussi.

J'ai attrapé plusieurs de ces animaux, pour examiner leurs parties génitales; voici ce que j'ai trouvé. La partie de dessus du ventre

tre

tre, auſſi bien aux mâles qu'aux femelles, eſt convexe dans toute ſa longueur. Le deſſous du ventre eſt pliſſé & recourbé en dedans, & forme une goutiere en long, à peu près comme eſt la partie interieure d'une plume entre ſes deux barbes. Cette goutiere commence aux mâles dans la troiſieme jointure, & ſe continue juſques à l'anus. Le premier article de ſon ventre, qui tient à la poitrine, n'eſt qu'un anneau rond & fort étroit, de la largeur environ d'une groſſe épingle; & il ne paroît pas avoir d'autre uſage que de donner un mouvement plus libre & plus grand au reſte du ventre.

Le ſecond article aux mâles *o.* eſt de la longueur de deux lignes, creuſé fort avant en deſſous, qui fait une eſpece de cul-de-ſac, dont les bords ſont garnis de poil, & dont le fond eſt vers la poitrine. Voyez fig. *e.*

Du fond de ce cul-de-ſac ſort un petit corps dur & noir, de la groſſeur d'une ſoye de porc, de la longueur de deux lignes, avec une petite perle au bout, laquelle eſt dure & fort blanche. Ce petit corps paroît être implanté dans la poitrine du mâle, & faire la fonction de la verge. Elle eſt couchée en long dans ce cul-de-ſac; en ſorte que la petite perle blanche eſt toujours viſible; lorſqu'on preſſe un bout de plume dans ce cul-de-ſac, la verge en ſort d'elle-même de la longueur environ d'une ligne; ce qui arrive auſſi quand on preſſe ſon anus. J'ai coupé tranſverſalement la poitrine du mâle avec des ciſeaux au-deſſus des aſles, il s'eſt trouvé dans la partie charnue du dedans de la poitri-

ne

ne un creux en cone, dont la base étoit vers la tête de l'animal, & dont la pointe aboutissoit interieurement à la racine de la verge; j'ai poussé un petit stilet dans la pointe de ce cone creux, ce qui a fait sortir la verge du cul-de-sac de toute sa longueur.

J'ai ouvert la poitrine à plusieurs mâles pour y examiner ce creux, mais je ne l'ai trouvé qu'en deux seulement; tous les autres avoient la poitrine pleine. L'un de ces deux sortoit immédiatement de l'accouplement lorsque je l'ai pris; & l'autre je l'ai pris au hazard. Cette difference m'a fait penser, que ce creux pourroit bien être le reservoir de la semence de cet animal, lequel étant nouvellement vuidé, sa cavité a été encore sensible; mais avant l'accouplement, cet endroit étant plein, ou quelque tems après l'accouplement, les parois de ce vaisseau étant affaissez, il n'en a paru aucun vestige sensible.

Le cul-de-sac qui fait la loge de la verge, n'est qu'une continuation de la goutiere qui regne le long de presque tout le ventre en dessous, avec la difference que dans cet endroit, la goutiere est plus profonde & plus large que dans tout le reste de son étendue, & qu'elle y est garnie de poils, au-lieu que tout le reste est sans poils.

La partie de dessous du ventre des femelles est plissée pareillement en goutiere. Cette goutiere commence aux femelles dans le second article de son ventre, qui n'est point garni de poils comme aux mâles, voyez la fig. *d*. & continue pendant six articles de suite.

Les

Les deux pénultiemes articles de la femelle portent en dessous ses parties génitales externes. Voyez fig. *b*. Elles sont figurées de cette maniere: Le neuvieme article en dessous a une ouverture garnie de chaque côté d'un petit aîleron gris-blanchâtre. Ces deux aîlerons couvrent cette ouverture, & ont un mouvement pour s'ouvrir & pour se fermer, & lorsqu'ils sont fermez, ils paroissent former un petit tuyau. Voyez la fig. *i*.

A la racine du huitieme article s'éleve une bosse jusques à la racine du neuvieme article. Sur l'extrémité de cette bosse sont plantées deux petites cornes crochues, noires, fort dures, un peu plus longues qu'une ligne, figurées à peu près comme les défenses de la Vipere, mais un peu plus courbées, dont les pointes sont tournées vers l'anus. Elles sont articulées, & ont un mouvement de tout sens ; elles sont ordinairement couchées sous les aîlerons que je viens de décrire, & en sont entierement cachées ; elles sont couchées si proche l'une de l'autre, qu'elles ne paroissent qu'un seul crochet.

Je crois que ces deux petites cornes peuvent avoir les deux usages suivans. Premierement, comme elles sont couchées entre les deux aîlerons qui couvrent les parties féminines, & qu'elles ont un mouvement en tout sens, elles peuvent en s'écartant l'une de l'autre, ouvrir les deux aîlerons, & par là découvrir l'ouverture de ces parties.

Le second usage peut être de diriger les parties de la femelle dans l'accouplement,

vers

vers les parties du mâle, & cela de cette maniere:

Nous avons vu que les parties du mâle sont fort proche de sa poitrine, c'est-à-dire, dans le second article de son ventre en *c*. au lieu que celles de la femelle sont placées à l'autre extrémité du ventre *b*, en sorte que dans l'accouplement la femelle est obligée de recourber son ventre, de le passer entre ses jambes & dessous sa poitrine, pour pouvoir atteindre les parties du mâle, comme il se voit dans la figure *g*, ce qui est une posture fort gênante, dans laquelle elle pourroit souvent manquer les parties du mâle, sans le secours de ces deux cornes; mais lorsque ces cornes s'élevent de dessous les aîlerons, elles présentent leur convexité à la goutiere qui occupe tout le dessous du ventre du mâle, dans laquelle elles s'engagent fort aisément; & après être entré dans cette goutiere, elles servent de conducteur infaillible aux parties de la femelle, pour arriver surement à celles du mâle.

J'ai enfermé plusieurs de ces femelles, pour voir si elles produiroient des œufs; mais comme elles avoient besoin de nourriture, qu'elles ne vouloient pas prendre dans leur prison, elles sont toutes mortes, en sorte que je n'ai pas pu étendre mon observation plus loin.

Je n'en ai ouvert aucune qui ait eu des œufs, ce qui me fait croire que les femelles se cachent peu de tems après l'accouplement pour faire leurs œufs, & qu'elles périssent ensuite. Il faut aussi que les mâles pé-

rissent

riſſent bientôt après l'accouplement; ce que j'ai conjecturé en ce que j'ai trouvé en differens endroits quantité d'aîles de mâles, qui ſont apparemment morts dans ces endroits-là; & comme je n'ai pas trouvé de corps, il y a apparence que ces corps ont été mangés par d'autres inſectes.

Je me ſuis apperçu, que les premiers de ces animaux que j'ai pris, environ vers le dix-huit de Juillet de cette année, particulierement les mâles, étoient plus longs & plus forts que ceux que j'ai pris quinze jours après; que trois ſemaines enſuite il n'y en avoit preſque plus, & que ceux qui ſe trouvoient encore étoient fort chétifs; ce qui me fait croire, que ces animaux pouvoient bien ne pas éclore tous en même tems, & que la premiere couvée eſt meilleure que la derniere.

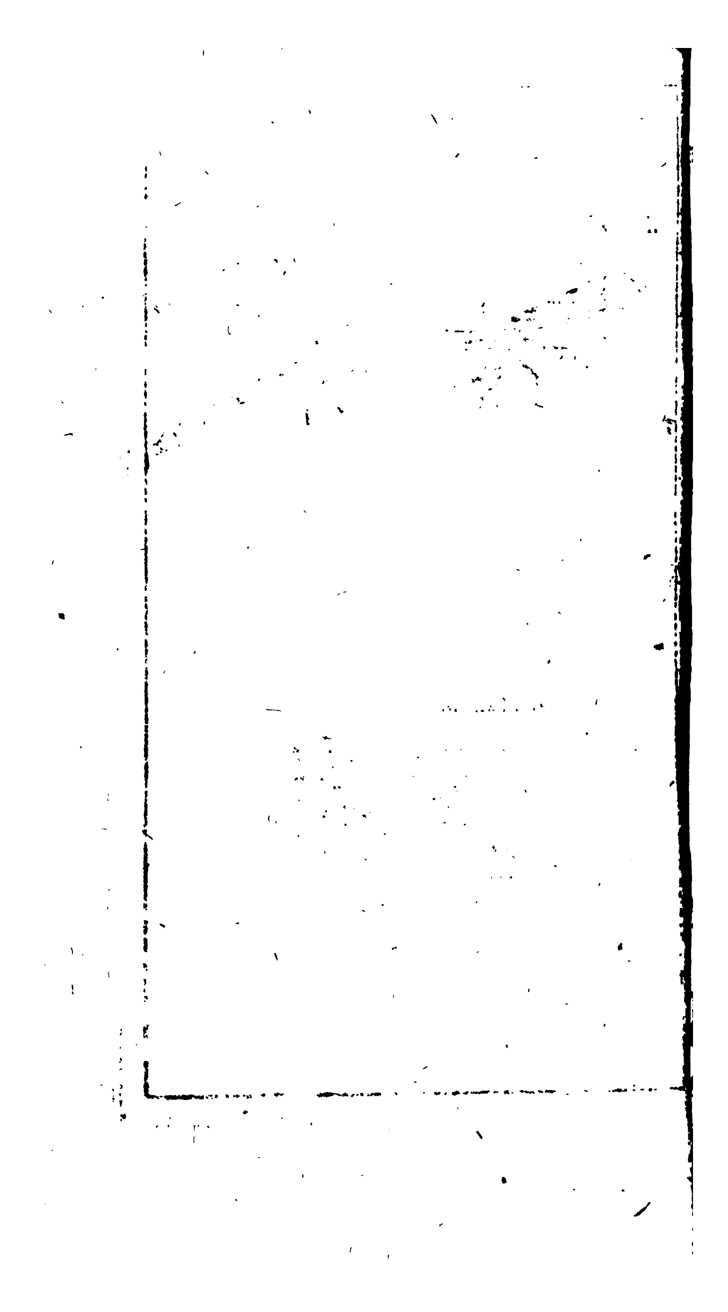
le Mâle.

la Femelle.



les deux accoupplez.

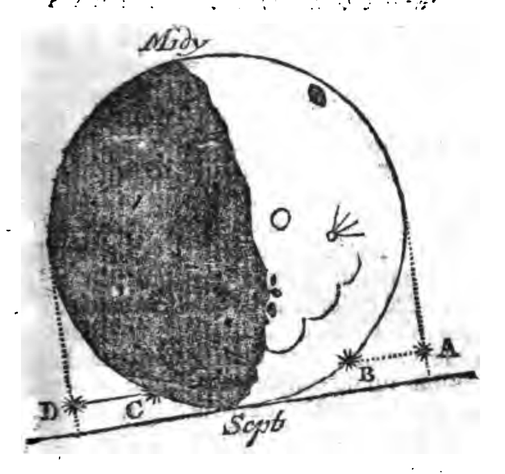




OBSERVATION D'UNE ECLIPSE DE L'OEIL DU TAUREAU ALDEBARAM OU PALILICIUM.

Par M. DE LA HIRE, à l'Observatoire *.

FIGURE RENVERSÉE.



LE 19 Août au matin, on voyoit l'étoile Aldebaram proche de la Lune; en sor-

* 22 Août 1699.

te que vers 30' après minuit, il sembloit que cette étoile devoit être rencontrée par la Lune vers son bord Septentrional, car la Lune étant peu élevée sur l'horizon avoit une parallaxe assez grande, pour causer cette apparence. Je restai donc attentif à observer cette éclipse, pour voir s'il arriveroit à cette étoile la même chose que le R. P. Feuillée Minime avoit observée il y a quelque tems à une autre étoile qui touchoit la Lune dans son bord.

Mais la Lune en s'élevant sur l'horizon & la parallaxe diminuant, l'étoile a touché le bord lumineux de la Lune en un endroit éloigné de la corne Septentrionale de 30 degrés environ. J'observai premierement, que l'étoile étoit en *A* dans une ligne qui touchoit le bord Oriental de la Lune, & qui étoit parallele à celle qui passoit par les cornes à $1^h\ 28'\ 0''$ après minuit, & qu'elle étoit en *B* sur le bord lumineux de la Lune, où elle se perdit tout d'un coup qui est le moment de l'immersion à $1^h\ 41'\ 31''$. Sa distance étoit alors de la ligne des cornes de $2'\ 59''$, ce qui a été observé avec le Micrometre. Mais ce qui m'a paru de plus considerable dans cette observation, c'est que le corps de l'étoile paroissoit sur le disque de la Lune éclairé, en sorte que la distance entre le centre de l'étoile & le bord de la Lune étoit à peu près égale à un diametre & demi du disque apparent de l'étoile, comme on peut voir dans cette figure; & ensuite l'étoile a disparu en un moment. Cette observation a été faite avec une très bonne

lunette

lunette de 16 pieds. J'avois auparavant observé que l'étoile s'avançoit assez également vers le bord de la Lune avant son immersion; en sorte que je ne pouvois pas soupçonner qu'il y eût autour de la Lune aucune atmosphere soit plus rare ou plus dense que le reste de l'éther. Et je crois que l'apparence du corps de l'étoile sur le disque de la Lune éclairé, comme le Pere Feuillée l'a observé, ne doit être attribuée qu'à la lumiere du corps de la Lune, qui paroît toujours plus grande qu'elle n'est en effet, quoiqu'on l'observe avec une grande lunette; & qu'ainsi on peut voir le corps de l'étoile qui est beaucoup plus clair & plus brillant que le corps de la Lune, au travers de cette fausse lumiere apparente; & qu'enfin l'éclipse se fait lorsque l'étoile touche le véritable bord de la Lune.

J'observai ensuite l'émersion de l'étoile dans la partie obscure en *C* à 2^h 19' 32", ce qui se fit aussi en un moment, l'étoile paroissant tout d'un coup aussi brillante qu'à l'ordinaire; ce que l'on doit attribuer au grand mouvement de la Lune par rapport à la petitesse du corps de l'étoile, ce qui fait qu'elle se dégage tout d'un coup du corps de la Lune. J'observai cette émersion avec une bonne lunette de six pieds seulement, pour pouvoir mieux appercevoir le bord obscur de la Lune, qui paroissoit un peu éclairé par la réflexion de la lumiere de la Terre; mais on ne pourroit pas dire, que l'émersion se soit faite sur le disque apparent de la Lune; car cet endroit du disque étoit moins éclairé que le

reste, dont la lumiere étoit en général très foible.

Enfin l'étoile vint en *D* sur la ligne parallele à celle des cornes, & qui passoit par le bord Occidental de la Lune, à 2h 29' 30".

J'observai que le diametre apparent de la Lune étoit de 32' 31" après l'immersion, la Lune étant haute sur l'horizon de 26° du côté de l'Orient. Cette observation a été faite exactement avec le Micrometre.

La durée entiere de cette Eclipse a donc été de 38' 1", & son milieu à 2h 0' 31" ½.

EXAMEN

DE LA FORCE DE L'HOMME,

Pour mouvoir des fardeaux, tant en levant qu'en portant & en tirant, laquelle est considerée absolument & par comparaison à celle des Animaux qui portent & qui tirent, comme les Chevaux.

Par M. DE LA HIRE *, à l'Observatoire.

JE suppose premierement, qu'un homme de taille médiocre & qui est fort, pese 140 l. de notre poids.

Je considere d'abord, qu'un homme tel que je viens de le supposer, ayant les deux genoux

* 30 Nov. 1699.

genoux en terre, peut ſe relever, en s'appuyant ſeulement ſur la pointe des pieds, & les deux genoux étant toujours joints enſemble; & comme cet effort ſe fait par le moyen des muſcles des jambes & des cuiſſes, il eſt évident par la ſuppoſition que je viens de faire de ſa peſanteur, que les muſcles des jambes & des cuiſſes auront la force de lever 140 l.

Mais un homme ayant les jarrets un peu ployés peut ſe redreſſer, quoiqu'il ſoit chargé du poids de 150 l. avec la peſanteur de ſon corps qu'il éleve à même tems; en ſorte que la force des muſcles des jambes & des cuiſſes, peut élever un poids de 290 l. ſavoir 150 l. du poids dont il eſt chargé, & 140 l. du poids de ſon corps, lorſque l'élevation n'eſt que de 2 ou 3 pouces.

Un homme dans la ſuppoſition que nous avons faite d'abord, & comme nous le conſiderons toujours dans la ſuite, peut auſſi lever de terre un poids de 100 l. lequel ſera placé entre ſes jambes, en ployant ſeulement le corps, & prenant ce poids avec les mains comme avec deux crochets, & en ſe redreſſant enſuite. D'où il ſuit, que les ſeuls muſcles des lombes ont la force de lever un poids de 170 l. à ſavoir les 100 l. du poids & 70 l. qui eſt la moitié de ſa peſanteur; car il doit non ſeulement élever le poids de 100 l. mais encore toute la partie ſuperieure de ſon corps depuis la ceinture, que j'eſtime du poids de 70 l. puiſqu'il s'étoit panché pour prendre le poids.

Pour ce qui eſt de la force des bras pour

tirer ou pour élever un fardeau, on peut la poser de 160 l. ce qui dépend de la force des muſcles des épaules & des bras. Car ſi un homme prend avec les deux mains quelque corps fixe & placé au-deſſus de ſa tête, il pourra aſſez facilement par l'effort ſeul de ſes bras, élever tout ſon corps & même 20 l. de plus, comme s'il étoit chargé du poids de 20 l. On en peut faire facilement l'expérience; car s'il y a un poids de 160 l. qui ſoit attaché à l'extrémité d'une corde, laquelle paſſe par deſſus une poulie; & qu'un homme qui peſe ſeulement 140 l. tire l'autre extrémité de cette corde, il eſt évident, qu'il ne pourra jamais élever le poids de 160 l. puiſque tout ce qu'il peut faire, c'eſt de ſe ſuſpendre à cette corde, & le poids qui eſt attaché à l'autre extrémité peſant plus que lui, le tiendra ſuſpendu; car la poulie n'eſt autre choſe qu'une balance continue à bras égaux; mais ſi l'on charge cet homme du poids de 20 l. il fera alors équilibre avec le poids de l'autre côté; & pour peu qu'on ajoute au poids de 20 l. il élevera le poids, puiſque les muſcles de ſes épaules & de ſes bras ont aſſez de force pour élever tout ce poids.

Quoique les muſcles de chaque partie du corps puiſſent faire de ſi grands efforts pour élever des fardeaux, on ne doit pas pour cela compter la force de l'homme par celle de tous ſes muſcles enſemble, quand même les eſprits qui font gonfler les muſcles qui ſervent au mouvement en général en ſe raccourciſſant & en tirant les tendons de leurs extrémités, pourroient ſe diſtribuer également

ment dans toutes ces parties, & de la même maniere que dans une partie séparée, puisque chaque partie sert ordinairement de soutien à celle qui lui est jointe. Par exemple, les muscles des bras & des épaules en se retirant, peuvent élever un poids de 160 l. Mais si le corps est panché, les bras ne pourront pas soutenir ce poids, à moins que les muscles des lombes n'ayent la force à même tems de soutenir la partie superieure du corps avec le poids dont il est chargé; & si les jarrets étoient encore ployés, il faudroit alors que les muscles des jambes & des cuisses fissent encore un plus grand effort, puisqu'ils devroient soutenir le poids de 160 l. & à même tems celui de tout le corps. D'où il arrive que dans cette disposition de tout le corps, la force se distribue par la distribution des esprits dans toutes les parties, ce qui fait qu'un homme ne pourra pas lever de terre un poids de 160 l.

Ce n'est pas qu'il peut se rencontrer des hommes, dont les esprits coulent en si grande abondance & avec tant de rapidité dans leurs muscles, qu'ils leur font faire des efforts triples & quadruples de l'ordinaire; & c'est, à ce qu'il me semble, la raison naturelle qu'on peut donner des forces surprenantes qu'on voit dans quelques hommes, qui portent & qui élevent des fardeaux que deux & trois hommes ensemble auroient de la peine à soutenir; quoique ces hommes soient quelquefois d'une taille médiocre, & paroissent à l'exterieur plutôt foibles que forts. Il s'en est trouvé un depuis peu de tems dans

ce païs-ci qui portoit une grosse enclume de Maréchal, à ce qu'on dit, & dont on rapporte plusieurs actions d'une force merveilleuse: mais j'en ai vu un autre à Venise, qui étoit jeune, & qui ne sembloit pas pouvoir porter 40 ou 50 l. avec tous les avantages possibles, lequel étant monté sur une petite table, élevoit de terre & soutenoit en l'air un Ane, par le moyen d'une sangle large qui passoit par dessous le ventre de l'animal, & qui étoit attachée par ses deux extrémités à des crochets qui pendoient au bout de deux petites tresses faites de cordelettes & de peu de cheveux des deux côtés de la tête de ce jeune garçon: & toute cette grande force ne dépendoit que des muscles des épaules & des lombes; car il se baissoit d'abord pendant qu'on attachoit les crochets à la sangle; & ensuite il se relevoit & élevoit l'animal hors de terre en appuyant ses mains sur ses genoux. Il élevoit encore de la même maniere d'autres fardeaux qui paroissoient plus pesans que cet animal, & il disoit qu'il y trouvoit moins de peine, à cause que l'Ane se débattoit en perdant terre.

J'examine maintenant l'effort d'un homme pour porter un fardeau sur ses épaules; & je dis que le poids de ce fardeau peut être de 150 l. & qu'il peut marcher avec cette charge assez facilement sur un plan horizontal, pourvu qu'il ne fasse pas de grandes enjambées; mais il ne pourra en nulle façon monter une montagne ou un escalier avec le même poids. Car l'action du marcher en portant un fardeau sur les épaules doit être con-

considerée comme le mouvement circulaire du centre de gravité du corps & du poids joints ensemble sur le pied qui avance comme pour centre de l'arc du mouvement, l'effort des muscles de l'autre jambe ne servant qu'à pousser ce centre en avant; & si l'arc que décrit ce centre est petit, l'effort de la jambe de derriere ne doit pas être grand pour le faire décrire, puisqu'il ne doit faire élever tout le fardeau du corps & du poids que de la quantité du sinus verse de la moitié de l'arc; ce qui n'est pas considerable dans ce cas, par rapport à l'arc qui est le chemin dont tout le fardeau avance.

Ainsi l'on voit qu'un homme bien chargé, peut marcher d'autant plus facilement, qu'il fera de plus petites enjambées, puisque le sinus sera d'autant plus petit, & qu'il ne pourroit avancer en faisant des enjambées si grandes, que l'effort de la jambe de derriere ne pût élever le fardeau du corps & du poids de la quantité du sinus verse de l'arc qui sera la moitié du chemin.

Il est aussi facile à voir, que ce même homme ne peut en nulle façon monter un escalier ou une butte fort roide avec cette charge, puisque suivant ce que nous avons expliqué ci-devant, l'effort des muscles de ses jambes pouvant élever un poids de 150 l. seulement à 2 ou 3 pouces de hauteur, il ne pourroit pas l'élever à cinq pouces qui sont la hauteur des marches ordinaires, ni monter une montagne, à moins qu'il ne fasse de si petites enjambées, qu'il ne s'éleve que de 2 ou 3 pouces à chacune.

Il ne me reſte donc plus qu'à conſiderer l'effort de l'homme pour tirer ou pour pouſſer horizontalement. Mais pour rendre cette explication plus claire & plus intelligible, je conſidere ſa force appliquée à la manivelle d'un rouleau dont l'axe eſt horizontal, & ſur lequel s'entortille une corde qui ſoutient un poids, ayant poſé la diſtance depuis le centre du rouleau juſqu'au coude de la manivelle, égale au demi-diametre du rouleau, afin de comparer la force appliquée ſans aucune augmentation de la part de la machine; & je n'ai point auſſi d'égard aux frottemens de l'axe du rouleau, ni à la difficulté que la corde peut avoir à ſe ployer.

Premierement il eſt évident, que ſi le coude de la manivelle eſt placé horizontalement, & qu'il ſoit à la hauteur des genoux environ, l'effort de l'homme qui la releve en tirant, peut élever à même tems le poids de 150 l. qui ſera attaché à l'extrémité de la corde, en prenant tous les avantages poſſibles, puiſqu'il eſt le même que pour élever ce poids; ce que j'ai expliqué ci-devant. Mais ſi c'eſt pour abaiſſer la manivelle, ſon effort ne peut être que de 140 l. qui eſt le poids de tout ſon corps, qu'il peut y appliquer en s'y appuyant, à moins qu'il ne ſoit chargé; car alors il pourroit faire un plus grand effort.

Secondement, ſi le coude de la manivelle eſt placé verticalement, & qu'il ſoit à la hauteur des épaules, il eſt certain qu'un homme ne pourra faire aucun effort pour la faire tourner, en la tirant ou en la pouſſant avec

les

M A P

Fig. 1.

les mains, si les deux pieds sont l'un contre l'autre, & que le corps soit droit qui est représenté dans la figure 1 par la ligne *AP*, & que la ligne des bras représentée par *AM* soit horizontale, & fasse un angle droit avec *A P*, puisque dans cette position, ni la force de tout le corps ou de ses parties, ni sa pesanteur, ne peuvent faire aucun effort pour pousser ni pour tirer; ce qui est connu par la Méchanique; car je ne regarde la largeur des pieds, que comme un seul point *P*. Mais si la manivelle est plus haute ou plus basse que la hauteur des épaules, alors la ligne qui va des épaules aux mains qui est *AM*, & celle qui va des épaules au bout des pieds, qui est ici *AP*, feront un angle obtus ou aigu, & l'homme pourra avoir quelque force pour tirer ou pour pousser la manivelle; & cette force dépend de la seule pesanteur du corps, ce qui est facile à connoitre & à démontrer; & l'on doit considerer ce poids ou cette force comme réunie dans son centre de gravité qui est à peu près la hauteur du nombril au dedans du corps. Je dis qu'il ne faut avoir égard qu'à la seule pesanteur du corps, pour déterminer l'équilibre; car l'effort des muscles des jambes & des cuisses, ne sert que pour conserver cet équilibre en marchant.

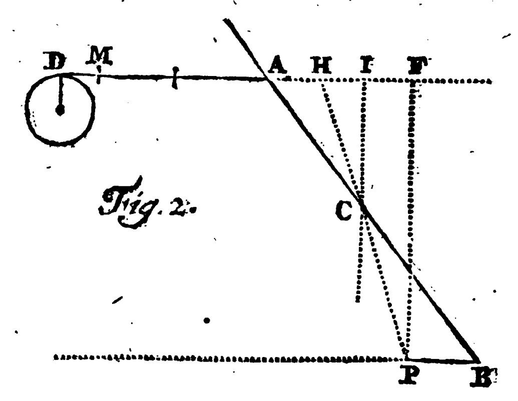


Fig. 2.

Soit dans la figure deuxieme la manivelle *D* à la hauteur des épaules *A*, & que le centre de gravité du corps soit en *C*, le corps étant fort incliné vers la manivelle ; mais que le bout des pieds soit en *P* : il faudra considerer 1°. ce point *P* comme le point d'appui d'un levier ou verge droite *PCH* qui passant par le centre de gravité *C* de tout le corps, rencontre la ligne des bras *MA* au point *H*; 2°. Que ce point *C* du levier étant chargé du poids de tout le corps 140 l. avec sa direction naturelle, son extrémité *H* est soutenue avec la direction horizontale *MAH*; d'où il sera facile de conclure par la Méchanique quel effort la pesanteur du corps en *C* avec sa direction naturelle, peut faire sur la manivelle selon la direction horizontale *DH*.

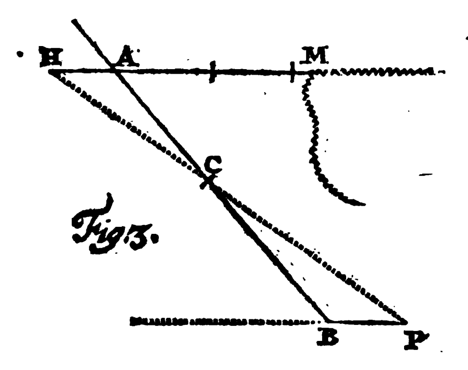
Car premierement, soit *PH* de 240 parties & *PC* de 80 ; puisque l'effort de tout le corps au

au point *C* eſt de 140 l. il ne ſera que de 80 l. au point *H*, comme ſi au point *H* il y avoit un poids de 80 l. qui y fût ſuſpendu avec ſa direction naturelle qui doit être dans les ſuppoſitions que nous avons faites, perpendiculaire à *MA*. C'eſt pourquoi ſi l'on mene du point d'appui *P* la ligne *PF* perpendiculaire ſur *MAF*, le poids de 80 l. en *H* avec ſa direction naturelle ſera à l'effort de ce même ſelon la direction horizontale *MAH* ſur la manivelle, dans la raiſon de *PF* à *HF*, ce qui diminue beaucoup l'effort des 80 l. dans une médiocre inclinaiſon du corps *ACB*. Et ſi nous prenons pour exemple que la ligne *PCH* faſſe avec *MAF* l'angle *PHF* de 70 degrés, la ligne du corps *ACB* ſera alors inclinée à l'horizon, ou avec *MF*, d'un angle de plus de 60 degrés, qui eſt tout au plus l'inclinaiſon où le corps peut être pour pouvoir marcher; & le ſinus de 70 degrés qui eſt *PF* ſera au ſinus de ſon complément qui eſt *HF*, comme 3 à 1 à très peu près; & par conſéquent l'effort des 80 l. en *H* ſelon la direction naturelle ne ſera à celui qu'elles font ſelon la direction horizontale, que du tiers de 80 l. qui eſt un peu moins que 27 l.

Ceux qui n'ont pas fait l'expérience de la force d'un homme pour pouſſer horizontalement avec les bras, ou pour tirer une corde horizontale en marchant, le corps étant incliné en devant, ſoit que la corde ſoit attachée vers les épaules ou au milieu du corps, car l'effort n'en ſera pas plus grand dans la même inclinaiſon du corps, puiſque le ſinus

d'inclinaiſon & ſon complément ſont toujours dans la même raiſon, ne ſauroient ſe perſuader que toute la force d'un homme ſe réduiſe à tirer ſeulement 27 l. avec une direction horizontale.

Ce n'eſt pas qu'un homme étant panché ne puiſſe ſoutenir un poids beaucoup plus grand que 27 l. puiſque ſi la ligne *PH* faiſoit avec *HF* un angle de 45 degrés, il eſt certain que le poids du corps ſoutiendroit 70 l. mais comme il ſeroit panché ſelon une ligne comme *AB* qui ſeroit beaucoup plus inclinée avec l'horizon que 45 degrés, il eſt certain que bien-loin de pouvoir marcher, à peine pourroit-il ſe ſoutenir.



La même démonſtration ſert auſſi à faire connoitre qu'un homme aura beaucoup plus de force à tirer en marchant à reculons qu'en devant. Car dans cette ſituation du corps, la ligne *PCH* dans la troiſieme figure, laquel-

quelle passe du bout des pieds *P* par le centre de gravité *C*, & d'où dépend l'augmentation de la force, sera toujours plus inclinée à l'horizon que la ligne du corps *A C B*, tout au contraire de ce qui étoit dans la position précédente.

Mais cette maniere de tirer ne sauroit être mise en usage, à moins que ce ne soit pour tirer une corde, l'homme demeurant toujours dans la même place; aussi l'on ne manqueroit pas de se mettre en cette position dans ce cas, car la nature & l'experience nous ont enseigné de prendre toujours les avantages possibles dans les operations ordinaires.

C'est aussi pour cette même raison que nos Mariniers, & généralement tous ceux qui rament sur mer, tirent toujours les rames de devant en arriere; car ils ont beaucoup plus de force que s'ils les poussoient en devant, comme font ceux qui menent les gondoles de Venise, dont je ne vois pas d'autre raison, que celle de voir le lieu où ils vont; ce qui leur est beaucoup plus nécessaire que la grande force, à cause des détours très fréquens qu'ils sont obligés de faire dans les canaux, & pour éviter de se rencontrer les uns les autres.

Il me reste enfin à comparer la force des hommes à celle des chevaux pour tirer, qui sont les plus forts de tous les animaux qui tirent; mais comme elle ne dépend pas entierement de leur pesanteur, comme celle des hommes, mais principalement des muscles de leur corps & de la disposition générale de ses parties qui ont un très grand avantage pour

pousser en avant, on doit se contenter de l'experience commune qu'on a, qu'un cheval tire horizontalement autant que sept hommes; & ainsi un cheval ne peut tirer horizontalement qu'un peu moins de 200 l. Ce n'est pas qu'étant chargé, il peut tirer un peu plus; mais c'est peu de chose par rapport à l'idée qu'on a de la grande force de cet animal. Mais comme on la considere ordinairement étant appliquée à quelque machine à roue comme sont les charettes, on n'en sauroit faire une estime bien juste, puisque sur un plan uni & horizontal, il ne leur faut qu'autant de force qu'il est nécessaire pour vaincre les frottemens des aissieux.

On peut encore remarquer, que trois hommes feront plus qu'un cheval, lorsqu'il s'agira de porter un fardeau sur une montagne un peu roide; car trois hommes chargés de 100 l. chacun, la monteront plus vîte & plus facilement qu'un cheval chargé de 300; ce qui vient de la disposition des parties du corps de l'homme, qui sont plus propres pour monter que celles du cheval.

On voit encore par cette démonstration, que ceux qui ont cru pouvoir tirer un très grand avantage de la pesanteur du cheval, en l'appliquant à une machine à bascule pour servir au mouvement des pistons d'une pompe, n'auroient pas trouvé dans l'exécution tout ce qu'ils avoient conclu par le calcul du poids de cet animal, puisqu'à chaque pas il auroit été obligé de monter une espece de marche.

Cette ...

Mém. de l'Acad. Royale d...

ECLIPS...

arrivée le 23

Est observée dans la Tour

27	10	8	27	30
33	41	8	33	10
40	22	8	40	0
46	28	8	46	30
52	58	8	52	45
0	8	9	0	0
7	31	9	7	30
16	0	9	16	0
39	10	9	38	0
le fil horaire par l'oblique.				
48	20	9	48	0
56	17	9	55	30
3	17	10	2	45
9	55	10	10	15
17	58	10	17	0
23	54	10	24	30
31	55	10	31	0
37	37	10	38	15
45	5	10	45	0

noire à la hauteur ... ter de

L ... me pendant tout ... faire les Obser-
vati... je suis servi pour
en d... 7 pieds à laquelle
est a... oir plus justement
le co... je me suis servi
d'un...

Doi...	...és.	Tems.		
o	ou...			
o	½	9	30	38
1	o	9	37	34
1	½	9	43	20
2	o	9	47	28
2	½	9	51	8
3	o			
3	½	9	57	23
4	o	10	1	57
4	½	10	5	54
5	o	10	10	46
5	½	10	14	28
6	o	10	17	36
6	½	10	20	47
7	o	10	24	46
7	½	10	28	45
8	o	10	32	7
8	½	10	35	34
9	o	10	39	o
9	½	10	41	38
9d 39'		10	44	59

... diametre du Soleil
...icrometre, & je l'ai

25

Cette

Cette Eclipse étant arrivée proche de l'équinoxe, le mouvement apparent de la Lune sur le disque du Soleil, a été en ligne droite à très peu près.

Il faut aussi remarquer que dans la plus grande obscurité de cette Eclipse, il ne restoit qu'un peu plus de la cinquieme partie du disque du Soleil qui fût éclairée, & cependant la lumiere du Soleil étoit encore fort grande.

ESSAIS SUR LES INJECTIONS ANATOMIQUES.

Par M. HOMBERG *.

LEs Anatomistes souhaitent pour leurs injections des matieres qui coulent aisément par la seringue dans les extrémités des vaisseaux, & qui se soutiennent ensuite dans les vaisseaux, sans se casser : ils se servent ordinairement de la Cire, du Mercure, & de la Therebentine cuite, &c. Ces matieres contentent assez pour le premier point, qui est de bien couler ; mais elles n'ont point de consistence, la Cire & la Therebentine se cassent trop facilement dans un tems un peu froid, & le Mercure s'écoule par la moindre ouverture qui se fait dans les vaisseaux, & lorsqu'on le mêle d'un peu de métail, pour l'em-

* 28 Nov. 1699.

l'empêcher de couler, il devient si cassant qu'il n'est presque d'aucun usage, à moins que ce ne soit dans des vaisseaux extrêmement fins, encore faut il que ces vaisseaux soient superficiels, parce que cette matiere n'en peut pas souffrir le décharnement.

Je me suis servi autrefois d'un mêlange de quelques métaux, qui se fond à une chaleur assez douce pour ne pas bruler les vaisseaux; & qui ne se rompt pas aisément en la ployant; je m'en suis servi particulierement dans les vaisseaux un peu gros, comme sont les ramifications de la trachée artere dans les poulmons; mais l'air qui se trouve dans ces vaisseaux venant à se raréfier promtement par la chaleur d'un métail fondu, empêche ordinairement le jet de bien venir; car, ou il gonfle trop les vaisseaux, & les creve, ou il repousse le métail, ou il laisse couler une partie du métail, & repousse le reste, ce qui fait que les branches du jet ne tiennent pas ensemble.

J'y ai quelquefois fort bien réussi, mais rarement: je me suis imaginé que la cause de cette réussite a été que les extrémités des vaisseaux, dans ces cas, se sont trouvées assez ouvertes pour laisser échaper l'air raréfié, & qu'elles ont alors servi de ventouse au jet.

J'ai cru remedier à cet inconvénient de l'air enfermé dans les vaisseaux, en tenant ces vaisseaux longtems enflés d'air; pour cet effet j'ai attaché un poulmon au bout du tuyau d'un soufflet de forge: mais comme l'air se perdoit continuellement au travers des

des poulmons, j'ai été obligé d'appliquer au bras du soufflet, pour le remuer pendant quelque tems, une machine que je remontois sept ou huit fois par jour; c'étoit un de ces tournebroches d'Allemagne à ressort, qui tournoit au-lieu de la broche une roue verticale d'un pied de diametre; cette roue n'avoit que six dents avec lesquelles elle abaissoit successivement le bras d'un levier, dont l'autre extrémité remuoit le soufflet pendant près d'une heure à chaque fois que la machine étoit remontée.

Je prétendois par-là premierement dilater un peu & dessecher les parois internes des vaisseaux, afin que le métail y pût couler plus librement, & ensuite élargir un peu les extrémités de ces vaisseaux, afin qu'elles laissassent plus aisément échaper l'air raréfié pendant le jet.

Cela n'a pas mal réussi; mais comme c'est une très grande sujettion d'être continuellement à remonter la machine pendant trois ou quatre jours, & que le succès n'en est pas assez bon pour la peine qu'on se donne, j'y ai renoncé.

J'ai été sollicité depuis, de retravailler sur cette matiere, ce qui m'a fait songer à une maniere d'appliquer ces vaisseaux à la machine pneumatique, & d'y faire entrer ce métail fondu par le pressement de l'air du dehors; car l'air contenu dans les vaisseaux, étant le plus grand inconvénient dans l'usage de notre matiere métallique, elle ne doit pas trouver d'obstacle dans les vaisseaux vuides d'air.

Pour

Pour cet effet j'ai pris une cloche de verre dont le sommet portoit un goulot pareil à celui d'une bouteille, j'ai usé dans ce goulot un robinet de cuivre, dont le bout exterieur est fait en entonnoir, & l'extrémité de l'autre bout qui entre dans la cloche est à vis en dedans, afin d'y pouvoir adapter des tuyaux de cuivre de differentes grosseurs, selon les differens sujets qu'on y veut appliquer: l'on fait entrer le bout de l'un de ces tuyaux dans le vaisseau que l'on veut remplir, on les lie bien ensemble avec une ficelle, puis ayant mis le robinet dans le goulot de la cloche, on vis le petit tuyau de cuivre au bout du robinet qui regarde dans la cloche, ce qui tient le vaisseau suspendu dans la cloche au bout du robinet.

Alors on applique la cloche à la machine pneumatique, & après l'avoir vuidée d'air, on verse le métail fondu dans l'autre bout du robinet qui est en entonnoir; & en ouvrant ce robinet, le métail coule jusque dans les extrémités des vaisseaux, & ne fait aucune soufflure; on décharne ensuite ce jet, & on a en métail la figure des vaisseaux, qui se garde & se manie tant qu'on veut sans se corrompre.

La composition de ce métail est un mélange de parties égales de plomb, d'étain & de bismut; le tout ayant été fondu ensemble, & bien mêlé sur le feu, produit une espece de métail qui se tient en fonte bien liquide dans une chaleur moins forte qu'il ne faut pour roussir du papier.

Il faut observer ici que le robinet de cui-

vre,

vre, auſſi bien que le goulot de la cloche, doivent être fort chauds tous deux, non ſeulement avant que d'y verſer le métail, mais auſſi avant que de mettre le robinet dans le goulot, autrement la cloche ſe caſſeroit; & pendant tout le tems qu'on vuide la cloche, il faut toucher le robinet avec un fer chaud, pour l'entretenir dans la même chaleur à peu près, que celle du métail fondu, afin que le métail ne ſe fige pas dans l'entonnoir: il eſt bon auſſi de frotter le robinet en dedans avec de la terre d'ombre, pour empêcher le métail de s'y attacher. Il faut enduire les robinets d'une matiere graiſſeuſe, autrement quelque exacts qu'ils ſoient, ils laiſſent toujours échaper l'air; & comme ce robinet-ci eſt fort chaud, il faut avoir ſoin que la graiſſe qu'on y veut mettre, ait un peu de conſiſtence, afin qu'elle ne coule pas trop, & auſſi qu'elle ne petille pas par la chaleur, autrement elle caſſera le goulot de la cloche. Je n'ai rien trouvé qui y fît mieux que de l'huile de lin, ou d'olives deux parties, bouillie avec une partie de minium en conſiſtence d'onguent épais & noir; cette matiere ne coule pas aiſément dans la chaleur, & la longue cuiſſon ayant ſéparé de l'huile toute la liqueur aqueuſe qu'elle pouvoit contenir, elle ne petille plus dans la chaleur.

J'ai dit qu'il faut chauffer ſéparément le robinet & le goulot de la cloche, ce qui eſt fort néceſſaire; parce que faute d'avoir pris cette précaution, le goulot d'une cloche s'eſt fendu, & la cloche s'eſt caſſée: il y a apparence que cela eſt arrivé, de ce que le bout

de

de l'entonnoir de cuivre s'échauffant le premier, s'eſt augmenté promptement de volume, & ayant par-là trop écarté les parois du goulot de verre encore froid, il l'a caſſé.

Il faut prendre garde que les vaiſſeaux dans leſquels on veut faire cette injection, n'ayent pas trempé dans l'eau, ſi cela ſe peut ; ou s'ils y ont été, il faut les laiſſer pendant un jour entier ſuſpendus en experience dans la machine pneumatique, ce qui les eſſuye mieux qu'aucune autre maniere ; autrement l'eau qui ſe trouveroit dans ces vaiſſeaux raréfiée par le métail fondu, apporteroit du moins autant d'obſtacle au jet, que l'air même y en apporte hors de la machine pneumatique.

ETRANGES EFFETS DU SCORBUT ARRIVEZ A PARIS EN MIL SIX CENS QUATRE-VINGT-DIX-NEUF.

Par M. POUPART *.

MESSIEURS les Adminiſtrateurs de l'Hôtel-Dieu ayant été avertis du grand nombre de malades du Scorbut qui arrivoient journellement dans cette Maiſon, des étranges accidens, & des dangereuſes ſuites de cette contagieuſe maladie, ils les firent tranſporter à l'Hôpital Saint Louis

* 28 Nov. 1699.

Louis le deuxieme jour de Mars, où plusieurs sont restés jusqu'à la fin du mois d'Août de la même année.

Le bruit de cette grande maladie s'étoit déja répandu lorsque j'allai à l'Hôpital S. Louis à dessein d'y faire mes observations: ce que M Tibault, alors premier Chirurgien de cette Maison, m'ayant bien voulu accorder, je ne fus pas longtems à m'appercevoir qu'elle avoit quelque chose de la cruelle Peste dont les Athéniens * furent autrefois si malheureusement tourmentés.

La maladie dont je vais parler étoit pourtant un véritable Scorbut, car les malades sentoient comme les Scorbutiques ordinaires des douleurs aux cuisses, au gras des jambes, au ventre, à l'estomac, & leurs membres perdoient le mouvement sans perdre le sentiment. Ils avoient des maux de tête, des convulsions, & de si grandes démangeaisons aux gencives, que les enfans en emportoient des lambeaux avec les ongles. Le sang qui en sortoit étoit aqueux, salé & corrosif, & la puanteur de la bouche insupportable. Ils avoient des taches dures & livides aux jambes & aux cuisses, des hémorragies fréquentes par le nez & par le fondement, & une si grande foiblesse aux genoux qu'ils ne marchoient qu'en chancelant: voilà ce qu'ils avoient de commun. Voyons présentement ce qu'ils avoient de particulier.

Quand on remuoit ces malades, on entendoit un petit cliquetis d'os, dont M. *N. V*, Me-

* Lucret. l. 6.

Medecin à la Rochelle, a déja parlé dans son Traité du Scorbut, mais il avoue qu'il n'en sait pas encore la véritable raison : La voici, telle que je l'ai trouvée.

J'ai remarqué à l'ouverture de tous ces cadavres, dans lesquels on entendoit ce petit bruit, que les épiphyses étoient entierement séparées des os, qui en froissant les uns contre les autres causoient ce cliquetis.

Nous avons ouvert plusieurs jeunes gens dans lesquels on entendoit aussi un petit bruit sourd lorsqu'ils respiroient. Nous avons trouvé dans tous ces corps-là, que les cartilages du *sternum* étoient séparés de la partie osseuse des côtes ; & comme les cartilages sont d'une substance plus molle que les épiphyses, le bruit que leur froissement causoit étoit moins grand que celui des os qui frottoient contre les épiphyses.

Ceux en qui l'on entendoit ce bruit au tems de la respiration, sont tous morts, à la reserve d'un jeune homme dont les côtes se réunirent apparemment aux cartilages, car l'on n'entendit plus ce bruit après sa guérison.

Tous ceux à qui l'on trouvoit du pus & des sérosités dans la poitrine, avoient les côtes séparées de leurs cartilages, & la partie osseuse des côtes qui regardoit le *sternum* étoit cariée de la longueur de quatre doigts, ce qui est une marque que la causticité de la lymphe dons ces corps étoient abreuvés étoit extrêmement grande.

La plupart des cadavres qui ont été ou-

verts avoient les os noirs, cariés & vermoulus.

Plusieurs de ces malades marchoient en chancelant : cet accident est commun & ordinaire aux Scorbutiques & très connu des Medecins, mais la raison que voici ne l'est pas tant. Il est certain que l'affermissement des articles vient de la force & du ressort des ligamens qui serrent les os les uns contre les autres ; les ligamens de ces malades étoient corrodés, lâches, & les os fort écartés. Ce qui venoit de ce qu'au-lieu de trouver dans les articles cette lymphe douce & huileuse qui s'y voit ordinairement pour leur donner de la souplesse & le mouvement aisé, on n'y trouvoit qu'une eau verdâtre & si caustique qu'elle avoit rongé les ligamens, & par conséquent détruit la force de leur ressort.

Tous les jeunes gens au-dessous de 18 ans avoient en partie les épiphyses séparées du corps de l'os, & au moindre effort on les en séparoit entierement. La raison en est que les jeunes personnes n'ont pas encore les épiphyses fort attachées aux os, ainsi pour peu qu'ils soient imbibés de la lymphe corrosive qui se trouve dans les jointures, il n'est pas difficile que la causticité de cette liqueur les sépare entierement de l'os.

Tous les os qu'on trouvoit entierement séparés de leurs épiphyses, étoient deux fois plus gros qu'ils ne devoient naturellement être, parce que les épiphyses n'étoient détachées qu'à ceux dont les os étoient abreuvés d'une eau qui avoit pénétré dans leur substance qu'elle avoit fait gonfler.

Les

Les os des convalescens sont restés enflés, sans leur causer aucune douleur. Ils auront pu diminuer avec le tems, comme il arrive aux enfans noués, dont les os dessechent peu à peu à mesure qu'ils croissent.

Tous ceux qui avoient de la peine à respirer, ou la poitrine embarrassée, y avoient des lymphes ou du pus, & souvent on leur en trouvoit dans les poumons, plus ou moins à proportion que les malades étoient oppressés.

Nous avons vu des malades dont la poitrine est devenue si oppressée, qu'ils sont morts tout d'un coup : cependant on ne leur trouvoit aucune sérosité dans la poitrine, ni dans les poumons : mais le pericarde étoit entierement attaché aux poumons, les poumons étoient colés à la plevre & au diaphragme, & toutes les parties étoient tellement mêlées & confondues ensemble, qu'elles ne formoient plus qu'une masse si embarrassée qu'à peine pouvoit-on les distinguer les unes des autres.

Comme les poumons se trouvoient comprimés au milieu de cette masse, ils ne pouvoient plus faire leur mouvement, ainsi le malade devoit suffoquer faute de respiration. L'adherence & la confusion qui se trouvoit entre toutes ces parties, venoit de ce qu'étant ulcerées, elles ne pouvoient pas manquer de se coler ensemble.

Les Scorbutiques ordinaires ont les glandes du mesentere obstruées & enflées ; ceux-ci avoient le foye en partie pourri, & des abscès dans sa substance.

Quel-

Quelques-uns avoient du pus endurci & comme pétrifié dans le foye; leur rate étoit trois fois plus grosse qu'elle ne devoit être, & se mettoit en pieces en la maniant, comme si elle n'avoit été composée que d'un sang caillé; & quelquefois les reins & la poitrine étoient remplis d'abscès.

Il s'est trouvé des cadavres jusqu'à l'âge de quinze ans à qui en pressant entre deux doigts le bout des côtes qui commençoient à se séparer des cartilages, il en sortoit quantité de pourriture qui étoit la partie spongieuse de l'os, de sorte qu'après la compression il ne restoit plus de la côte que deux petites lames osseuses.

Nous avons vu des malades qui n'avoient pour toute marque de Scorbut, que quelques legeres ulcerations aux gencives: il leur survenoit ensuite de petites tumeurs rouges & dures sur la main, sur le col du pied, & en quelques autres parties du corps. Après cela parurent de gros abscès à leurs aines & sous leurs aisselles, suivis de plusieurs taches bleues par tout le corps, qui étoient les avantcoureurs assurez de la mort. Nous trouvames à ces gens-là les glandes des aisselles fort grosses & environnées de pus, aussi-bien que les muscles des bras & des cuisses, dont les intervalles étoient tous remplis.

L'on a remarqué des malades qui avoient les bras, les jambes, & les cuisses d'un noir rouge & comme brûlé; la cause de cet effet étoit un sang noir & caillé que nous trouvames toujours sous la peau de ces malades.

Et ſimul ulceribus quaſi inuſtis omne rubere
Corpus. . . . .

Nous leur trouvames auſſi des muſcles gonflés & durs comme du bois, dont la cauſe étoit un ſang figé dans le corps de ces muſcles, qui en étoient quelquefois ſi remplis que les jambes de ces gens-là leur reſtoient toutes pliées ſans pouvoir les étendre.

Nous obſervames que ces taches bleues, rouges, jaunes & noires que l'on voit ſur le corps des Scorbutiques ordinaires, ne viennent que d'un ſang extravaſé ſous la peau. Quand le ſang avoit conſervé ſa couleur rouge, la tache étoit rouge; ſi c'étoit un ſang noir & caillé, elle étoit noire; quand il étoit mêlé de quelque bile, il étoit d'un noir jaune; enfin à proportion que le ſang étoit mêlé avec des humeurs de differentes couleurs, les taches paroiſſoient auſſi de differentes couleurs.

On voyoit quelquefois ſur le corps de ces malades de petites tumeurs qui rougiſſoient de jour en jour; on y appliquoit des onguens émolliens pour les adoucir, & ces tumeurs venant à percer formoient un ulcere appellé Scorbutique, qui provenoit du ſang dont la tumeur étoit remplie; car à chaque fois qu'on levoit l'emplâtre, on trouvoit deſſous un gros amas de ſang caillé; on remettoit un emplâtre, & peu de tems après on trouvoit encore deſſous un ſang caillé; on continua à penſer de cette maniere, & à force d'ôter le ſang qui ſurvenoit, on épuiſoit entierement la tumeur, & le malade guériſſoit.

Il ſurvint à quelques vieilles gens un ſi grand

grand ſaignement par le nez & par la bouche qu'ils en moururent, n'étant pas poſſible de l'arrêter, parce que la lymphe de ces malades étoit ſi corroſive, comme nous l'avons déja dit, qu'elle rongeoit les tuniques des veines. Et cette hémorragie étoit d'autant plus difficile à s'arrêter, que le ſang des vieillards eſt plus fluide & plus aqueux, que celui des jeunes gens, à qui cet accident n'arrivoit point.

Sudabant etiam fauces intrinſecus atro
Sanguine; & ulceribus vocis via cœpta coibant...
Aut etiam multus capitis cum ſæpe dolore
Correptus ſanguis plenis ex naribus ibat.

Les jeunes & les vieux, tant hommes que femmes, avoient de ſi grands cours de ventre, que ceux qui n'avoient pas aſſez de force pour y réſiſter en mouroient, mais ils guériſſoient fort vîte s'ils étoient aſſez robuſtes.

Quorum ſi quis, ut eſt, vitarat funera leti:
Viſceribus tetris, & nigrâ proluvie alvi.

Il y avoit des malades ſi reſſerrés, qu'ils n'alloient jamais à la ſelle ſans prendre quelques remedes.

Pluſieurs avoient de ſi groſſes enflures par tout le corps, aux mains, aux bras, & aux pieds, qu'ils ſembloient avoir été ſoufflés. On en guériſſoit pluſieurs avec des medecines, des lavemens, & des juleps adouciſſans.

Un garçon âgé de dix ans avoit les gencives fort enflées & ulcerées, ſes dents étoient rongées à la racine & ne tenoient plus, & ſon haleine répandoit une puanteur inſupportable.

Spiritus ore foras tetrum volvebat odorem
Raucida quo perolent projecta cadavera ritu.

Le Chirurgien fut obligé d'arracher toutes les dents de ce malade pour mieux panser sa bouche, aussi-bien seroient-elles tombées d'elles-mêmes: ses gencives guérirent, mais une tumeur grosse comme une petite noix survint au malade à côté de la langue. Il y avoit au milieu de cette tumeur un enfoncement livide qui dégénera en ulcere qui rongea la moitié de la tumeur, le reste demeura entier. Quelque tems après il parut une autre tumeur à la joue, qui étoit d'une dureté extraordinaire. Elle étoit livide au milieu comme la premiere, & dégénera aussi en ulcere: ce jeune homme mourut tout d'un coup dans le tems qu'on s'y attendoit le moins, on trouva que toutes les parties interieures de son corps étoient pourries.

Tous les malades qui mouroient subitement sans qu'il leur parût aucune cause apparente de mort, avoient les oreillettes du cœur aussi grosses que le poing, remplies d'un sang caillé, qui empêchant la circulation, le malade devoit nécessairement mourir.

Il venoit à la joue de plusieurs malades un petit ulcere blanc & dur tout autour; si l'on n'eût eu le soin de l'arrêter aussi-tôt, & de l'emporter avec l'esprit de vitriol, il devenoit bien-tôt livide, noir & puant, & lui rongeoit la joue, de sorte qu'on lui voyoit toutes les dents.

Nous avons vu plusieurs malades depuis l'âge de 18 ans jusques à 30 qui étoient indolens, abattus, stupides & sans mouvement. Ils

Ils avoient la bouche ouverte, les yeux enfoncés, le regard affreux, & ressembloient à des statues plutôt qu'à des hommes.

Atque animi prorsus vires totius & omne
Languebat corpus, leti jam limine in ipso
......Cavati oculi, cava tempora, frigida pellis
Duraque: inhorrebat rictum......

Tous ces gens-là n'avoient pour maladie apparente que les gencives ulcerées, leur peau étoit belle, sans tache, sans dureté: cependant nous trouvames leurs muscles gangrenés, humectés d'un sang noir & pourri, & en les maniant ils nous restoient par pieces entre les mains.

Un homme avoit une espece de charbon sur le col du pied, ses levres & les ailes de son nez se fendoient, & une eau puante couloit lentement de ses narines. Cet homme n'a pas laissé de traîner assez longtems une vie mourante: son cadavre fit peur, je n'osai l'ouvrir.

Un jeune homme à qui il ne paroissoit pas exterieurement beaucoup de mal, mourut subitement. Nous lui trouvames le péricarde rongé de maniere qu'il n'en restoit que fort peu, & son cœur étoit ulceré tout autour assez profondément.

Ordinairement les Scorbutiques se portent mieux l'Eté que l'Hyver, ce qui peut venir de la grande transpiration; ceux-ci au contraire se sont assez bien portés depuis le mois d'Avril jusques au commencement de Juin, les taches, la dureté, & les autres accidens du Scorbut avoient déja disparu; mais les grandes chaleurs étant venues, tous ces

accidens recommencerent. Ceux qui se portoient assez bien pour sortir de l'Hôpital, retomberent malades : les jambes & les cuisses leur devenoient toutes noires, & souvent la mort finissoit leurs miseres. Ce desordre pouvoit venir de ce que les lymphes corrosives étoient si abondantes, qu'il étoit comme impossible que la transpiration les pût toutes épuiser, de sorte que croupissant dans ces malades où elles étoient échauffées par les grandes chaleurs, elles y fermentoient, aigrissoient, & pourrissoient. De-là naissoient les corrosions, les ulceres, les grands abscès, les pourritures, & les autres accidens dont nous avons parlé.

Tous ces pauvres gens mangeoient en dévorant jusques au dernier moment de leur vie. Cette faim canine étoit causée par une humeur acre, dont on leur trouvoit toujours le ventricule garni, qui par son action excitoit un sentiment qu'on appelle la faim.

Rien n'est plus capable de corrompre le sang, que les longues disettes ; l'usage des mauvais alimens y contribue encore davantage ; le froid arrête la circulation, & fait séjourner le sang dans les parties, où il aigrit & pourrit ; la tristesse & l'abattement de l'esprit qui succede à ces miseres, l'emporte sur toutes ces causes ; on peut juger ce qu'elles ont été capables de faire sur ces malheureux où elles se trouvoient toutes ensemble. Elles y engendroient des lymphes de differentes couleurs, dont le ventre, la poitrine, & plusieurs autres parties de leur corps étoient toutes remplies. Ces lymphes étoient si caus-

tiques,

tiques, qu'après avoir trempé les mains dans les cadavres, elles peloient entierement, & le visage devenoit ulceré, de sorte qu'on étoit obligé de se lever la nuit pour se laver le visage avec de l'eau fraiche, afin d'en ôter l'ardeur & l'inflammation.

Mais ce qui m'a paru de bien surprenant dans cette grande maladie, c'est que le cerveau de ces pauvres gens étoit toujours très sain & très beau. Voilà les foibles expressions des effets d'un mal si cruel, que les yeux n'ont pu le considerer sans porter la tristesse dans le cœur.

REFLEXIONS

SUR UNE LETTRE DE M. FLAMSTEED,

A M. WALLIS,

TOUCHANT LA PARALLAXE Annuelle de l'Etoile Polaire.

Par M. CASSINI le Fils *.

LEs variations que l'on avoit observées autrefois dans la hauteur de l'Etoile Polaire, dont il est parlé dans le Voyage d'Uranibourg, & dans les Mémoires de l'Académie du 31 Juillet 1693, avoient donné lieu

* 5 Dec. 1699.

lieu d'examiner si elles ne venoient point de quelque Parallaxe que cette Etoile pourroit avoir à l'égard de l'orbe annuel de la Terre, suivant l'hypothese de Copernic.

Mais ayant trouvé que quelques Observations s'y accordoient, & que d'autres y étoient contraires, l'on se contenta de donner quelques conjectures sur ce qui pouvoit en être la cause.

M. Flamsteed dans une Lettre que M. Wallis a inserée dans le troisieme Tome de ses Ouvrages, donné depuis peu au Public, prétend conclure la Parallaxe de l'Etoile Polaire de plusieurs Observations qu'il a faites en diverses saisons depuis l'an 1689 jusqu'en 1697. C'est ce qui nous a donné lieu d'y faire attention; & ayant vu que ces Observations s'accordent avec celles que l'on en a faites à l'Observatoire, nous avons ensuite examiné la méthode dont il se sert pour en tirer la Parallaxe.

Je rapporterai en peu de mots ce qu'il en dit dans sa Lettre.

Les Observations qu'il a faites avec un instrument mural de 7 pieds de rayon, & dont le limbe a 150 degrés, donnent la distance de l'Etoile Polaire au Zénith, lorsqu'elle est dans la partie superieure de son cercle, plus petite aux mois de Juillet, Août & Septembre, qu'aux mois de Novembre & Décembre; & lorsqu'elle est dans la partie inferieure de son cercle, plus petite aux mois de Novembre, Décembre & Janvier, qu'aux mois d'Avril & de Mai: d'où il suit que l'Etoile Polaire est plus éloignée du Pole aux mois d'Avril,

Mai,

Mai, Juillet, Août & Septembre, qu'aux mois de Novembre, Décembre & Janvier. Entre Septembre & Décembre il trouve une Parallaxe de 25 à 30 secondes, entre Décembre & Avril de 30 à 35 secondes, & entre Juillet & Décembre ou bien Décembre & Mai, de 35, 40 à 45 secondes.

Il conclud de ces Observations, que la plus grande variation de la distance de l'Etoile Polaire au Pole est de 40 à 45 secondes; de sorte que le diametre du cercle qu'elle décrit autour du Pole dans l'Eté est plus grand que celui qu'elle décrit en Hyver, de 1' 20" ou 1' 30", ce qu'il dit s'accorder au systême du mouvement de la Terre, comme il entreprend de le prouver par cette figure qu'il rapporte.

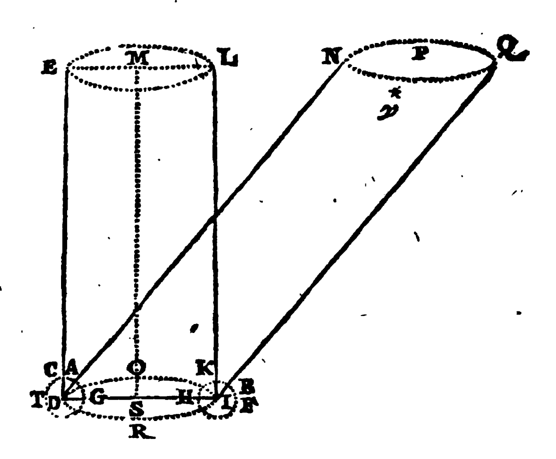
Soit, dit-il, ⊙ le Soleil placé dans le centre

tre de l'orbe de la Terre *IODR*. Soit *I*, le lieu de la Terre au mois de Juin, quand le Soleil paroît dans la même longitude que l'Etoile Polaire; *D*, le lieu de la Terre en Décembre, lors que le Soleil paroît dans le point opposé. Soit *S* l'Etoile Polaire, d'où soient tirées les lignes *SI*, *SD* : l'on voit, dit il, que l'angle *SIE*, latitude de l'Etoile Polaire au mois de Juin, est plus petit que l'angle *SDE* latitude au mois de Décembre, & que par conséquent sa déclinaison est plus petite, & sa distance au Pole plus grande au mois de Juin, qu'à quelque mois que ce soit de l'année.

Pour voir si l'on peut tirer cette conséquence de ses Observatinns, il sera à propos d'examiner ce qui résulte de l'hypothese du mouvement de la Terre, par rapport aux Etoiles fixes & aux Poles apparens de la Terre & de l'Ecliptique.

Soit *S* le centre du Soleil, *IODR* l'Ecliptique ou Orbe annuel de la Terre, dont le diametre est *ISD*; *I* & *D*, la Terre en deux situations opposées du Cancer & du Capricorne; *TCG* ou *HKF* un cercle perpendiculaire à l'Ecliptique ou Colure des solstices dans le Globe de la Terre, qui passe par le Pole *A* ou *B* de la Terre, dont l'axe est *DA* dans une situation, & *IB* dans l'autre.

Le point *G* ou *F* de l'Ecliptique, qui est le plus proche du Pole Boréal de la Terre *A* ou *B*, se rapporte au commencement du Cancer, & le point *T* ou *H* qui en est le plus éloigné, se rapporte au commencement du



du Capricorne. Si l'on éleve sur le plan de l'orbe annuel, qui est celui de l'Ecliptique, les perpendiculaires *DCE*, *SOM*, *IKL*, elles représentent l'axe de l'Écliptique, & déterminent dans le Ciel le Pole de l'Ecliptique, *E*, *M*, *L*, à l'égard du Soleil placé en *S* & de la Terre en *D* & en *I*. De même si l'on tire du Soleil *S* une ligne *SP* parallele à l'axe de la Terre, & que l'on prolonge les lignes *DA*, *IB*, qui représentent l'axe du Monde, elles déterminent dans le Ciel le Pole du Monde *N*, *P*, *Q*, à l'égard du Soleil en *S*, & de la Terre en *D* & en *I*; de sorte que supposant le Soleil immobile, l'axe de l'Ecliptique tiré par le centre de la Terre décrira par sa révolution annuelle le cercle *EL*, & l'axe de la Terre décrira le

cercle *NQ*, qui dans la ſurface de la Sphere ſe réduit à une courbe, de ſorte qu'une Etoile ſuppoſée fixe comme en *U*, ſe trouvera par cette révolution tantôt plus proche, tantôt plus éloignée du Pole apparent du Monde.

Soit donc dans la ſurface de la Sphere, (*v. fig.* 3.) *P*, le Pole de l'Ecliptique; *A*, celui du Monde; la ligne *AP* tirée par ces deux points repréſentera un arc des Colures du ſolſtice de $23^{d}\frac{1}{2}$. Le cercle *BFD* repréſente la révolution annuelle du Pole de l'Ecliptique, & le cercle *CEI* la révolution annuelle du Pole de la Terre. L'Etoile Polaire ſe rapporte préſentement à $24^{d}\ 23'$ des Jumeaux, à $5^{d}\ 37'$ du commencement du Cancer. Ayant donc fait l'angle *DPS* de 5 degrés 37 minutes, & tiré la ligne *PS*, l'Etoile Polaire eſt dans cette ligne. Elle eſt auſſi éloignée du Pole de l'Ecliptique de 24 degrés. Ayant donc pris *PS* de 24 degrés ſur la ligne *ASM*, on aura l'Etoile Polaire en *S*.

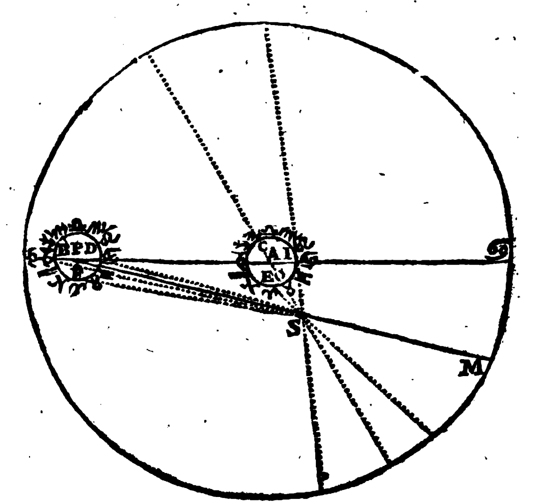
La Terre eſt en Cancer lors que le Soleil eſt vu en Capricorne, ce qui arrive vers la fin de Décembre & au commencement de Janvier; & alors dans les cercles décrits dans la ſurface de la Sphere par le mouvement annuel, diviſés par Signes, le Pole de la Terre & du Zodiaque ſont auſſi en Cancer. La Terre & ſes Poles de l'Ecliptique & de l'Equinoxial ſont en Capricorne, lors que le Soleil eſt vu en Cancer, ce qui arrive vers la fin de Juin & au commencement de Juillet; d'où il ſuit que le complément de la latitude de l'Etoile Polaire au mois de Juin repré-

présenté par *SB* est plus grand que le complément de la latitude de l'Etoile Polaire au mois de Décembre représenté par *SD*, c'est-à-dire que la latitude de l'Etoile Polaire est plus petite au mois de Juin qu'au mois de Décembre.

M. Flamsteed conclud de-là que sa déclinaison est plus petite au mois de Juin, qu'en quelque mois de l'année que ce soit.

Mais si l'on fait attention à la figure, l'on verra qu'il peut bien arriver que la latitude de l'Etoile Polaire soit plus petite dans un tems de l'année que dans l'autre, sans que pour cela sa déclinaison suive la même règle. Supposons par exemple que la Terre soit en *Aries*, comme elle est au mois de Septembre, alors le Pole apparent de l'Ecliptique sera en Aries dans le petit cercle *BFD*, & le Pole du Monde sera en Aries dans son petit cercle *CEI*. Quand la Terre sera en Cancer, comme elle est à la fin de Décembre, les Poles de l'Ecliptique & du Monde seront aussi en Cancer. Tirant donc de l'Etoile Polaire *S*, les lignes *SF*, *SD*, elles représentent le complément de sa latitude, & tirant du même point *S* les lignes *SE*, *SI*, elles représentent le complément de sa déclinaison: d'où l'on voit que *SF* complément de la latitude au mois de Septembre, est plus grand que *SD* complément de la latitude au mois de Décembre, quoique *SE* complément de la déclinaison au mois de Septembre, soit plus petit que *SI* complément de la déclinaison au mois de Decembre; ce qui

n'eſt pas conforme à ce que M. Flamſteed ſuppoſe.



Pour trouver donc le lieu où ſelon l'hypotheſe du mouvement de la Terre l'Etoile Polaire doit être plus ou moins éloignée du Pole, il faut tirer de *S*, par le centre *A*, la ligne *SOC*, qui coupe le cercle *CIE* aux points *O*, *C*; *SC* ſera la plus grande diſtance de l'Etoile Polaire au Pole, & *SO* la plus petite. On réſoudra enſuite le triangle ſpherique *PAS*, dans lequel l'arc *PA* diſtance entre les Poles de l'Ecliptique & du Monde eſt conne de 23ᵈ 29'. L'arc *PS* complément de la latitude de l'Etoile Polaire, eſt de 23ᵈ 56'. 50", & l'angle *AP* compris entre ces deux

deux côtés a été pris de $5^d\ 37'$. C'est pourquoi l'on trouvera l'angle *PAS* ou *PAO* distance du point *O* au point du Capricorne, de $99^d\ 2'$. Le point *O* où le Pole de la Terre doit paroître le plus près de l'Etoile Polaire, répond donc à 9 degrés d'Aries, & le point *C* où il en doit être le plus éloigne, à 9 degrés de Libra; & par conséquent lorsque la Terre est à 9 degrés d'Aries, c'est-à-dire à la fin de Septembre ou au commencement d'Octobre, la distance de l'Etoile Polaire au Pole doit être la plus petite qui soit possible; & lorsqu'elle est à l'opposite à 9 degrés de Libra, c'est-à-dire à la fin de Mars ou au commencement d'Avril, la distance de l'Etoile Polaire au Pole doit être la plus grande: ce qui ne s'accorde pas aux Observations de M. Flamsteed, suivant lesquelles l'Etoile Polaire est à peu près dans la même distance du Pole & du Zénith au mois d'Avril & de Septembre. L'on ne peut donc point conclure de ses Observations la Parallaxe annuelle de l'Etoile Polaire, puisqu'elle demanderoit une variation differente de celle qui s'observe.

DEUX

DEUX MANIERES DE ROUES A EPUISER L'EAU.

Par M. DES BILLETTES *.

LA PREMIERE.

ELle eſt toute fermée d'un côté par un cercle de 8 pieds de diametre, fait de planches épaiſſes d'un pouce & demi, attachées ſur une croiſée de 8 pieces de bois, qui dans le centre de leur aſſemblage laiſſent un trou de 8 pouces en quarré, dans lequel s'emboîte le bout d'un arbre de pareille groſſeur, & qui en tournant fait auſſi tourner cette roue. L'autre côté opposé eſt vuide depuis le centre juſques à environ 13 pouces près de la circonference. Cet eſpace de 13 pouces eſt occupé par 14 godets cloués ſur les planches, & qui ſont comme des manieres de boîtes ayant de dedans en dedans 15 pouces de long, ſur 14 de haut, & 11 de large. La longueur s'entend de l'eſpace qu'ils tiennent ſur le tour de la circonference, la hauteur de leur élevation perpendiculaire ſur le plan, & la largeur de leur eſpace en tirant de la circonference au centre. La planche exterieure de leur longueur eſt rognée de quelques pouces, & par conſéquent laiſſe une ou-

* 9 Dec. 1699.

ouverture pour donner entrée à l'eau à mesure que chaque godet plonge, tous les cinq autres côtés étant exactement fermés. Celle qui couvre leur hauteur est de deux pieces, dont l'une est immobile; l'autre y est attachée par deux couplets & charnieres, en sorte qu'elle peut ouvrir & fermer de même que le couvercle ordinaire d'un coffre. Sur ce couvercle est adapté un loquet fait aussi comme les loquets ordinaires des portes, & qui pressé par un ressort placé sur le même couvercle, s'engage ou accroche sous un mentonnet de fer attaché à la planche du côté du godet qui regarde le centre, ou le vuide de la Roue. Et cela étant, l'eau qui est entrée dans le godet par son ouverture, y demeure renfermée tant que le loquet retient le couvercle. Mais lorsqu'il vient à se décrocher de dessous le mentonnet, le poids de cette eau la fait incontinent dégorger dans une auge qui est au-dessous. Cette auge a un pied de haut sur deux de large, & porte fermement attaché un crochet de fer qu'on nomme *le décrochoir*; parce qu'à mesure que la Roue tourne, ce crochet attrappe successivement tous les loquets des godets, & forçant leur ressort les dégage ou les décroche de dessous les mentonnets qui tenoient les couvercles assujettis & fermés. Puis quand la Roue continue de plonger, les couvercles se referment, tant parce qu'ils rabattent de leur propre poids, que par celui de l'eau qui les frappe par dehors, & donne la liberté au jeu des ressorts qui raccrochent les loquets sous les mentonnets.

LA

LA SECONDE ROUE.

Elle eſt moins composée que l'autre. Car elle eſt formée de deux cercles qui la renferment parallelement, & qui contiennent entre eux un nombre arbitraire de volets fermés par le fond, les côtés, & les bouts; mais tout ouverts à la circonference de la Roue. Ce qu'elle a de plus ſingulier eſt une auge courbe, qui embraſſe ſes deux plans par un ſegment de cercle d'environ 100 degrés, en ſorte que par en-bas elle remonte un peu au-deſſus du rayon horizontal de la Roue, & par conſéquent conduit toute l'eau qu'elle puiſe juſqu'à un endroit d'en-haut où elle a un recoude, par où l'eau ſe dégorge en quelque rigole qu'on a préparée pour le vuidange.

L'avantage de la ſeconde Roue ſur l'autre eſt d'avoir un peu plus de ſimplicité dans ſa conſtruction; mais elle a auſſi beaucoup plus de frottement, parce que l'auge doit affleurer aſſez exactement les côtés, ou ſinon il ſe fait beaucoup de perte d'eau. Et ce frottement eſt ſur-tout beaucoup plus conſiderable, quand vers la fin de l'épuiſement l'eau ayant beaucoup baiſſé, il faut incliner les Roues à l'horizon. Mais la premiere n'a ni frottement ni perte d'eau, & ainſi à tout prendre elle eſt la meilleure. On peut avec les deux, tirer juſqu'à 5000 muids d'eau par heure.

DE

DE LA RESISTANCE CAUSÉE DANS LES MACHINES,

Tant par les frottemens des parties qui les composent, que par la roideur des Cordes qu'on y employe ; & la maniere de calculer l'un & l'autre.

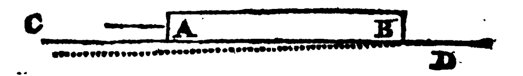
Par M. AMONTONS*.

LE grand uſage que tous les Arts ſont obligés de faire des Machines, eſt une preuve convaincante de leur abſolue néceſſité; ainſi, ſans perdre tems à établir autrement cette vérité, on ſe contentera de dire ici, que ſi le nom de Machine eſt quelquefois pris en mauvaiſe part, & s'il devient quelquefois mépriſable, ce n'eſt en partie qu'à cauſe que le peu de règles que nous avons dans les Méchaniques ne ſuffiſent pas toujours pour prévoir certainement l'effet que les Machines qu'on projette doivent produire dans leur exécution; ce qui fait bien ſouvent, que pluſieurs perſonnes qui les ignorent ſe croyent bien fondées à ne s'en pas inſtruire, & tombent par-là dans des abſurdités étranges. En, effet de tous les Auteurs qui ont écrit des forces mouvantes, il n'y en a peut-être pas un qui ait fait une atten-

* 19 Dec. 1699.

tention suffisante sur l'effet des frottemens dans les Machines, & sur la résistance causée par la roideur des cordes, ni qui nous ait donné des règles pour connoitre l'une & l'autre, & les réduire au calcul; quoique cependant cette connoissance ne soit pas moins nécessaire pour bien juger de l'effet d'une Machine, que l'est celle des differens rapports des parties qui la composent, & qu'il n'est que trop vrai que le manque de cette connoissance de la résistance causée par les frottemens, & par la roideur des cordes, est presque toujours dans les Machines un écueil d'autant plus à craindre que jusqu'à présent sa grandeur a été inconnue.

Que sert, par exemple, de savoir suivant les principes de la Méchanique, que pour tirer la poutre *AB*, suivant la direction du plan



incliné *CD*, il ne faut qu'une puissance capable de surmonter la trentieme partie du poids de cette poutre, lorsque le sinus droit de l'angle de l'inclinaison de ce plan n'est que la trentieme partie du sinus total: si d'ailleurs on ignore que la résistance causée par le frottement de cette poutre contre terre peut être, non seulement égale à cette puissance, mais encore la surpasser un nombre de fois très considerable? Or il est constant

par

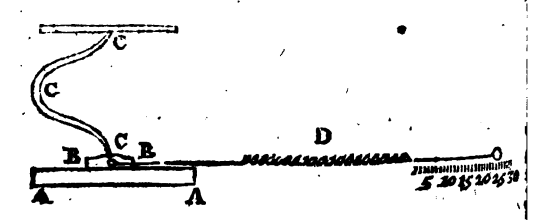
par plusieurs experiences très certaines, que si le poids de cette poutre est par exemple de 3000 livres, il faudra non pas une puissance capable de surmonter seulement 100 livres, comme il paroît qu'il suffiroit par le simple calcul méchanique, mais capable de surmonter 2250 livres; ce qui est bien loin de compte, & ce qui est cependant très véritable, l'experience ayant fait connoitre que la résistance causée par le frottement du bois contre terre est environ les $\frac{3}{4}$ de la force dont il est pressé contre; & quant à la résistance causée par la roideur des cordes, on verra par les experiences rapportées dans la suite de ce Discours, qu'elle est aussi très considérable.

Il est donc nécessaire, si on veut éviter de porter un mauvais jugement sur l'effet d'une Machine, d'avoir soigneusement égard, non seulement aux differens rapports que les parties de la Machine qui communiquent le mouvement ont les unes aux autres; mais encore à la résistance causée par le frottement de toutes ces parties, & par la roideur des cordes, lorsqu'on y en employe: mais comme cette connoissance dépend de celle de plusieurs causes physiques dont les effets ne se peuvent bien déterminer que par l'experience; voici celles qu'on a faites à ce sujet, & les règles qu'on en peut déduire.

EXPERIENCE

Du frottement de diverses matieres les unes contre les autres.

On a mis ſur des plans *A A*, de cuivre, de fer, de plomb, de bois, enduits de vieux-oing, d'autres plans *B B*, de pareilles ma-



tieres, & de differentes grandeurs : on les a preſſés les unes ſur les autres differemment par des reſſorts ſemblables à celui repréſenté *C C C*, dont la quantité de la preſſion étoit connue. On a changé ces plans dans toutes les manieres poſſibles, mettant tantôt ceux de fer ſur ceux de cuivre, de plomb, & de bois, & tantôt ces derniers ſur celui de fer; & à chaque fois on a remarqué avec un peſon à reſſort *D*, les quantités de force néceſſaire pour les faire mouvoir, & on a trouvé,

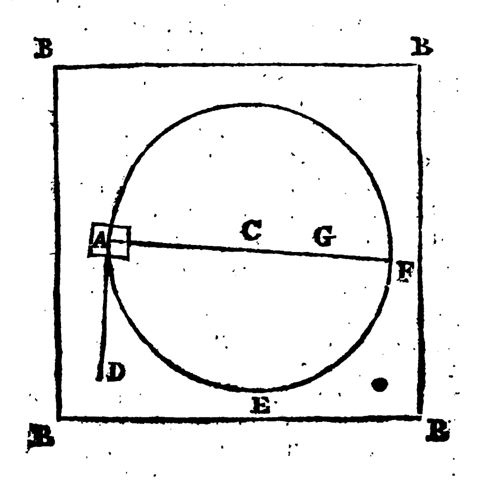
Primò, *Que la réſiſtance cauſée par le frottement n'augmente & ne diminue qu'à proportion des preſſions plus ou moins grandes, ſuivant que les parties qui frottent ont plus ou moins d'étendue.*

Se-

Secundò, *Que la résistance causée par les frottemens est à peu près la même dans le fer, dans le cuivre, dans le plomb, dans le bois, en quelque maniere qu'on les varie, lorsque ces matieres sont enduites de vieux-oing.*

Tertiò, *Que cette résistance est à peu près égale au tiers de la pression:* A ces remarques il convient encore ajouter cette quatrieme, *que ces résistances sont entre elles en raison composées des poids ou pressions des parties qui frottent, des tems & des vîtesses de leur mouvement.*

Car si le plan, par exemple *A*, est pressé sur le plan horizontal *B B B B* d'une quantité égale à 30 livres; suivant la troisieme re-



marque, il faudra une puissance égale à 10 liv. pour le mouvoir, soit que ce plan soit mû

sui-

ſuivant quelque ligne droite que ce ſoit comme *AD*, ou ſuivant une ligne circulaire comme *AE*; car on peut ſuppoſer ce plan *A* ſi petit, que la détermination autour du centre *C*, ne produiſe pas un effet qui diffère ſenſiblement de celui qu'il produiroit ſuivant la détermination d'une ligne droite. Or il eſt évident que ſi au-lieu d'appliquer la puiſſance en *A* ou en quelque endroit du rayon *CA*, on l'applique en *F* ou en quelque endroit du rayon *FC*, autant diſtant du point *C* que l'endroit où cette puiſſance auroit dû être appliquée ſur le rayon *AC*, cela ne change encore rien à la choſe, & que le plan ſera toujours mû également, ſoit que la puiſſance ſoit appliquée vers *A* ou vers *F*, pourvu que ce ſoit à égale diſtance de ces points ou du centre *C*. Mais comme il eſt démontré dans les Méchaniques, que deux forces n'agiſſent également que lorſqu'elles ſont entre elles en raiſon réciproque de leur diſtance du centre d'appui, il ſuit que ſi la puiſſance, qui appliquée en *A* égaloit la réſiſtance cauſée par le frottement du plan *A*, étoit de dix livres, elle devra être de 20 livres pour égaler cette même réſiſtance, lorſque cette puiſſance ſera appliquée en *G*, en ſorte que *GC* ſoit à *AC*, comme 1 à 2: au contraire ſuppoſant la réſiſtance en *G*, & la puiſſance en *A*, cette puiſſance ne devra être que de 5 livres pour égaler cette réſiſtance; & ſi tant en *A* qu'en *G*, on ſuppoſe une preſſion pareille à celle du plan *A*, la puiſſance qui ſera appliquée en *A* ou en *F* ne devra être que de 15 livres pour égaler

ces

ces deux réſiſtances cauſées par les deux preſſions de chacune 30 livres, où l'on voit que ces réſiſtances ſont entre elles lorſque les preſſions ſont égales en raiſon des eſpaces parcourus dans les mêmes tems, & conſéquemment qu'elles ſont encore entre elles en raiſon inverſe des tems de leurs mouvemens, orſque les eſpaces parcourus ſont égaux; 'où il ſuit que ſi un plan eſt doublement reſſé, & parcourt un eſpace double dans oitié moins de tems qu'un autre plan, le ottement dans le premier égalera huit fois lui du dernier.

C'eſt en raiſonnant ſuivant les principes cilſus que nous reconnoiſſons que le frottent dans le traineau fait une réſiſtance pour moins égale au tiers du poids du traineau du fardeau dont il eſt chargé; que dans la rrette, cette réſiſtance eſt moindre que s le traineau, ſuivant la raiſon de la cirference de la roue à la circonference du u du moyeu qu reçoit l'eſſieu; & que ſi e raiſon eſt comme 18 à 1, la réſiſtance ſée par le frottement, eſt dans la charetgal à $\frac{1}{54}$ partie du poids du corps de la ette, & du fardeau dont elle eſt chargée. 'eſt enfin par ces principes que nous ſa pourquoi dans toutes les Machines, & tous les fardeaux qui ſe meuvent horilement ſur un pivot, le frottement eſt u conſiderable, de même que dans les ces quelque peſant que ſoit le fardeau; a raiſon de la groſſeur de la partie du piqui frotte, à la longueur du levier par

où la puissance agit, est si petite, qu'elle est presque insensible.

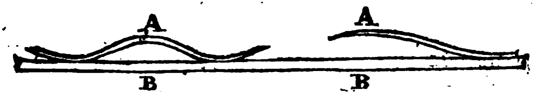
Mais quoique toutes les experiences ci-devant rapportées, semblent prouver suffisamment que la résistance causée par le frottement des surfaces qui frottent, augmente ou diminue suivant les pressions plus ou moins grandes, & non pas suivant le plus ou le moins d'étendue de ces surfaces; comme cela ne suffit pas toujours pour convaincre un esprit raisonnable, il est encore bon d'établir cette vérité en la démontrant.

Or si nous méditons soigneusement sur la nature du frottement, nous trouverons qu'il n'est autre chose que *l'action par laquelle un corps qui est pressé contre un autre est mû sur la surface de celui qu'il touche*; & que comme les surfaces qui frottent les unes contre les autres ne peuvent être considerées, ou que comme raboteuses & inégales, ou que comme parfaitement unies, & qu'il est impossible dans le premier cas que ces inégalités ne soient partie convexes, & partie concaves, & que les premieres entrant dans les dernieres elles ne produisent une certaine résistance lorsqu'on les veut faire mouvoir, puisqu'il faut pour cela qu'elles soulevent ce qui les presse l'une contre l'autre, & que l'action de ces inégalités ou autrement l'effet qu'elles peuvent produire est le même que celui des plans inclinés dont on se sert pour élever les fardeaux; il suit que plus la pression est grande, & plus la résistance au mouvement est considerable: joint d'ailleurs que comme dans le cas dont il s'agit on doit supposer que la pres-

pression soit également distribuée dans toute l'étendue des surfaces: il suit encore que de plusieurs surfaces de differentes étendues chargées de poids égaux, chacune des parties qui composent les grandes est moins chargée que chacune des parties de même étendue qui composent les petites, & cela suivant la raison que ces surfaces ont entre elles, & qu'ainsi par exemple, si une surface d'un pied quarré ou de 144 pouces quarrés est chargée d'un poids de 144 livres, chaque pouce quarré ne sera chargé que d'une livre, au-lieu que ce même poids de 144 livres étant supporté par une surface seulement d'un quart de pied ou de 36 pouces quarrés, chaque pouce quarré supportera quatre livres; & comme c'est la même chose d'élever à une certaine hauteur dans un certain tems 36 fois quatre livres, ou d'élever dans le même tems 144 livres à la même hauteur, il suit encore, que la résistance causée par le frottement des surfaces de differentes étendues est toujours la même lorsqu'elles sont chargées de poids égaux, ou ce qui est la même chose, lorsque les pressions sont égales; & comme lorsque les pressions sont inégales, les forces qu'il faut pour élever differens poids à une même hauteur dans un certain tems sont entre elles comme ces poids ou ces pressions, il suit aussi que les résistances causées par des pressions differentes sont entre elles comme ces pressions. Ce qu'il falloit démontrer.

PREMIERE REMARQUE.

Cette démonstration subsiste toujours, soit que ces inégalités soient supposées rigides, ou soit qu'on les suppose capables de ressort, puisque la puissance qui surmonteroit la roideur d'un ressort, & qui le feroit mouvoir,



par exemple, d'*A* en *B*, ne differe point de celle qui éleveroit à pareille hauteur un poids égal à la force de ce ressort.

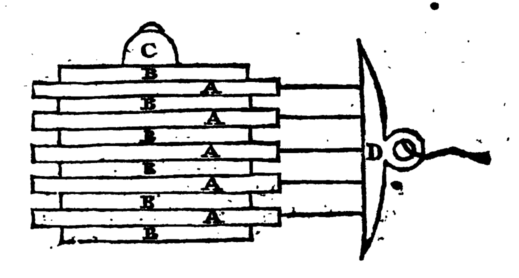
DEUXIEME REMARQUE.

Que si on suppose que les surfaces qui frottent soient sans aucunes inégalités, & qu'on les considere comme des plans purement mathématiques, on trouvera encore que cette proposition est vraye, puisque quelque facile que soit le mouvement lateral des corps pesans qu'on n'éloigne point du centre de la Terre, les loix du mouvement nous apprennent que plus ces corps ont de pesanteur, & plus ils font de résistance à être mûs; joint qu'il n'est pas vrai absolument parlant que deux plans mathématiques puissent être mûs l'un sur l'autre en quelque situation qu'on les mette, sans qu'un d'eux s'éloigne du centre de la Terre plus ou moins, suivant la situation de ces plans, & qu'ainsi plus les poids dont ils sont chargés sont grands, & plus

plus aussi faut-il de force pour les mouvoir, ce qui n'a pas besoin de démonstration.

TROISIEME REMARQUE.

Au reste, quoiqu'on viehne de démontrer que la résistance causée par les frottemens augmente suivant la pression, & non pas suivant l'étendue des surfaces qui frottent, voici cependant un cas très particulier, & dans lequel lorsqu'on n'y fait pas une attention suffisante, il paroît que c'est le contraire. Soient tant de plans qu'on voudra comme



AAAA, pressés entre d'autres comme *BBBB*, par le poids *C* pris à volonté. Si les plans comme *AAAA*, peuvent être tirés tous ensemble par une même puissance *D*, sans que les plans *BBBB* puissent se mouvoir autrement que pour transporter la pression du poids *C* à tous les plans *AA* & *BB*, supposant d'ailleurs tous ces plans sans aucune pesanteur, & qu'on connoisse la résistance causée par le frottement d'un des plans *A* contre un des

plans *B*, par la pression du poids *C*; la puissance en *D* qui surmontera la résistance causée par le frottement de tous ces plans, sera au poids *C* multiplié par le nombre de tous les plans *A A B B*, moins un, comme la résistance causée par le frottement de deux plans *A* & *B* pressés du poids *C*, est à ce même poids *C*; & si la résistance particuliere causée par le frottement de deux de ces plans, est par exemple, comme 1 à 1, que le nombre des plans soit 11, la puissance en *D* devra être décuple du poids *C*: d'où il suit qu'une très petite pression peut faire une résistance plus grande, & plus grande à l'infini, en augmentant de même le nombre des plans qui frottent les uns sur les autres; ce qui paroît d'abord un pur paradoxe, mais dont on connoit aisément la verité, en considerant que si pour vaincre la résistance particuliere causée par le frottement de deux plans comme *A* & *B*, il faut que la puissance qui tire un des plans fasse soulever le poids *C* d'une certaine quantité, il faudra que la puissance qui fera mouvoir un plus grand nombre de ces plans, souleve ce poids d'une quantité double, triple, quadruple si le nombre des surfaces qui frottent est double, triple, quadruple, & qu'ainsi ces puissances doivent être entre elles comme les hauteurs où elles soulevent le poids. Or comme c'est la même chose d'élever un certain poids à une hauteur double, triple, quadruple, d'une autre hauteur, ou d'élever le double, le triple, le quadruple de ce poids à cette hauteur dans le même tems, il suit que la grande élevation

du

du poids *C* dans le cas dont il s'agit lui tient lieu de pesanteur, & qu'ainsi il est toujours vrai de dire que la résistance causée par le frottement change à proportion des pressions plus ou moins grandes, & non pas suivant l'étendue des surfaces qui frottent.

Ce que nous venons de dire de la grande résistance causée par plusieurs plans engagés les uns dans les autres, quoique pressés d'un très petit poids, peut merveilleusement bien servir à expliquer la cause de la dureté des corps qu'on nomme durs, & par opposition celle de la fluidité ou liquidité de ceux qu'on appelle fluides ou liquides; mais nous nous reservons à une autre fois d'en discourir.

Après avoir suffisamment établi ce que c'est que le frottement, sa nature & ses loix, il ne reste plus qu'à dire quelque chose des règles par lesquelles on peut le réduire au calcul pour en connoitre la quantité dans les Machines les plus composées.

PREMIERE REGLE.

Dans les Machines où il y a plusieurs frottemens on doit les examiner de suite les uns après les autres, commençant par le plus proche de la force mouvante, comparant le premier à la force mouvante, & ensuite tous les autres au premier, pour connoitre la valeur de chacun en particulier.

Cet ordre est d'autant plus naturel, que ce sont les parties les plus proches de la force mouvante qui transmettent le mouvement aux autres, & qu'il n'y a point, comme on

l'a déja remarqué, de frottement là où il n'y a pas de mouvement.

SECONDE REGLE.

On aura la valeur du premier frottement d'une Machine, en comparant l'eſpace parcouru par la partie qui frotte, à l'eſpace parcouru par la force mouvante dans le même tems, & prenant dans les $\frac{2}{3}$ de la force mouvante la partie proportionnelle convenable.

On concevra la raiſon de ceci aiſément, ſi on conſidere que dans l'expérience des frottemens ci-devant rapportée, la puiſſance étoit immédiatement appliquée à la partie qui cauſoit le frottement, & que les eſpaces parcourus par cette partie, & par la puiſſance dans les mêmes tems étoient par conſequent égaux, & que dans le calcul d'un frottement, on doit néceſſairement avoir égard à cette circonſtance; étant très évident que ſi l'eſpace parcouru par la partie qui frotte n'eſt par exemple que la moitié de celui qui ſera parcouru par la puiſſance dans le même tems, le frottement ne ſera auſſi que la moitié de ce qu'il auroit été, s'il avoit parcouru un eſpace égal, par cet axiome, que tout effet eſt proportionné à la cauſe dont il réſulte; & qu'ainſi un frottement par un eſpace moitié moindre qu'un autre dans le même tems, eſt un effet moitié moindre que l'autre, ce qui a été encore démontré d'une autre maniere, enſuite de la quatrieme maxime de l'expérience ſusdite. Or par la troiſieme maxime de cette expérience, le frottement

des

des parties qui frottent eſt égal au tiers de leur preſſion, & cette preſſion dans la partie d'une machine la plus proche de la force mouvante, étant toujours double de cette force, à cauſe que la réſiſtance fait un ſemblable effort que la force mouvante ſur cette partie, il ſuit que le premier frottement d'une Machine eſt toujours égal aux deux tiers de cette force mouvante, lorſque l'eſpace parcouru par icelle eſt égal à l'eſpace parcouru par la partie qui frotte dans le même tems, & que ce frottement eſt moindre que les deux tiers de cette force à proportion que le premier eſpace eſt moindre que le ſecond, & au contraire; & cela ſelon la raiſon des eſpaces parcourus dans les mêmes tems par l'une & par l'autre.

TROISIÉME REGLE.

On aura la valeur de la force mouvante lorſqu'elle ne ſera pas donnée, mais ſeulement la réſiſtance, en calculant & comparant ſuivant les principes de la Méchanique, l'eſpace que cette force mouvante a à parcourir par la diſpoſition de la Machine, à l'eſpace que le poids ou la force réſiſtante doit parcourir dans le même tems; ſur quoi il eſt à remarquer, que lorſque la force réſiſtante, ou la force mouvante eſt un poids, l'eſpace qu'elles doivent parcourir ſe meſure toujours par une ligne à plomb, au-lieu que lorſque ce ſont d'autres puiſſances, cet eſpace ſe meſure ſuivant la détermination du mouvement de ces puiſſances.

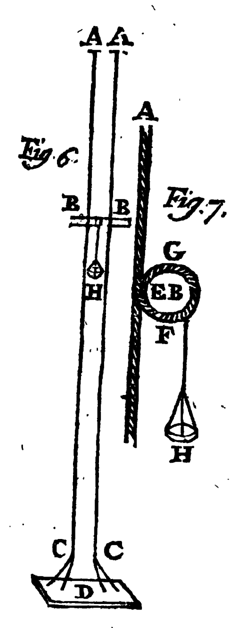
QUATRIEME REGLE.

On aura la valeur totale des frottemens d'une Machine, lorſqu'après avoir comparé chaque frottement au premier & plus proche de la force mouvante, on ajoutera en une ſomme tous ces frottemens particuliers; mais on ne doit pas s'attendre qu'en augmentant la force mouvante d'une quantité égale à cette valeur, elle ſoit ſuffiſante pour ſurmonter la force réſiſtante; car cette addition à la force mouvante produit derechef un nouveau frottement dont il faut trouver la valeur, & enſuite encore de l'augmentation de celui-ci, & cela juſqu'à ce que cette quantité de frottement provenant de l'augmentation qu'on fait à chaque fois à la puiſſance, ſoit ſi petite qu'on ne doive plus y avoir égard; par exemple, ſi la force réſiſtante étoit 100, la force mouvante 64, la valeur totale des frottemens 16, cette addition produiroit encore un nouveau frottement dont la valeur ſeroit 4, & derechef celui-ci, un autre dont la valeur ſeroit 1, ſi bien que pour ſurmonter la force réſiſtante, & tous les frottemens de la Machine, la force mouvante devroit être égale à 64, plus 16, plus 4, plus 1; c'eſt-à-dire égale à 85 & plus.

EXPERIENCE

De la roideur des Cordes.

ON a accroché à quelque choſe de fixe, com-



comme au plancher d'une chambre, les extrémités *AA*, des deux cordes *AC*, *AC*, fig 6. distantes l'une de l'autre de 5 à 6 pouces; les extrémités de ces cordes pendantes librement vers le bas portoient le bassin *D* d'une balance.

On a engagé dans ces cordes un cylindre de bois *BB*, en faisant faire du même sens un tour à chaque corde autour chaque bout du cylindre en maniere représentée fig. 7. On a mis ensuite en *D* fig. 6. un poids assez considerable, & on a entortillé vers le milieu du cylindre du sens contraire à la corde *AEFG*, fig. 7. c'est-à-dire du sens *EGF*, un ruban de fil fort flexible, au bout duquel étoit un autre petit bassin de balance pendant librement en *H*, & dans lequel on mettoit des poids suffisamment pour faire descendre le cylindre *BB*, nonobstant la résistance causée par la roideur des cordes *AC*, *AC*.

On a fait ces expériences avec des cylindres & des cordes de differentes grosseurs, chargées de differens poids, & après avoir réduit l'action du poids *H* à une distance é-

 gale

gale du point d'attouchement E, dans tous les cylindres, ayant égard au poids de chaque cylindre, & des baſſins H & D, on a trouvé qu'à $\frac{1}{2}$ pouce de diſtance du point E,

45 onces ſurmontoient la réſiſtance de deux cordes de 3 lignes chacune de diametre, chargées d'un poids de vingt livres, & tournées autour d'un cylindre de $\frac{1}{2}$ pouce; que

90 onces ſurmontoient cette réſiſtance, le poids étant de 40 livres; &

135 onces, le poids étant de 60 livres.

D'où il ſuit, que la réſiſtance cauſée par la roideur des cordes autour des mêmes poulies, ou de poulies égales, augmente à proportion des poids qui pendent au bout des cordes.

En continuant l'expérience, on a trouvé que toujours à $\frac{1}{2}$ pouce du point E,

30 onces ſurmontoient la réſiſtance de deux cordes, de deux lignes chacune de diametre, chargées en D d'un poids de 20 livres, & tournées autour du même cylindre.

15 onces ſurmontoient la réſiſtance de 2 cordes d'une ligne de diametre pareillement chargées en D d'un poids de 20 livres, & tournées autour du même cylindre.

D'où il ſuit, que la réſiſtance cauſée par la roideur des cordes augmente, non ſeulement à proportion des poids qui pendent aux extrémités de ces cordes, mais encore à proportion de la groſſeur de ces cordes, & qu'ainſi ſur des poulies égales ces réſiſtances

ces sont entre elles en raison composée de celles des poids, & des grosseurs des cordes.

L'on doit remarquer que la résistance causée par la grosseur des cordes ne provient que de ce que cette grosseur éloigne ou approche l'action des poids du point d'appui, & non de ce qu'elles contiennent plus ou moins de matiere; car si cela étoit, ces résistances augmenteroient ou diminueroient suivant les quarrés des diametres.

En continuant l'expérience, on a trouvé que toujours à ½ pouce du point *E*,

90 onces surmontoient la résistance de deux cordes de trois lignes de diametre, chargées en *D* d'un poids de 60 livres, & tournées autour d'un cylindre d'un pouce ½ de diametre; que

114 onces surmontoient cette résistance avec les mêmes poids & cordes, tournées autour d'un cylindre d'un pouce de diametre; &

135 onces les cordes tournées autour d'un cylindre de demi-pouce de diametre.

D'où il suit, que la résistance causée par la roideur des cordes de grosseur égale, chargées de poids égaux, augmente bien à mesure que le diametre des poulies autour desquelles elles sont envelopées diminue, mais non pas suivant la même proportion; car dans le cas dont il s'agit, quoique les diametres des poulies soient entre eux comme les nombres 1, 2, 3, les résistances n'augmentent cependant que suivant les nombres 90, 114, & 135, au lieu qu'ils devroient augmenter suivant les

 nom-

nombres 90, 180, & 270, si elles suivoient la proportion des poulies.

On trouvera le surplus de l'expérience dans la Table qui suit.

Poids dont les deux cordes étoient chargées.		Résistance des cordes autour d'un cylindre de ½ pouce de diametre.	Résistance des cordes autour d'un cylindre d'un pouce de diametre.	Résistance des cordes autour d'un cylindre d'un pouce & demi de diametre.	Grosseurs des cordes.
60 liv.	{	135 onc.	114 onc.	90 onces.	3 lignes.
		90 - - -	76 - - -	60 - - -	2
		45 - - -	38 - - -	30 - - -	1
40 liv.	{	90 - - -	76 - - -	60 - - -	3
		60 - - -	50 ⅔ - -	40 - - -	2
		30 - - -	25 ⅓ - -	20 - - -	1
20 liv.	{	45 - - -	38 - - -	30 - - -	3
		30 - - -	25 ⅓ - -	20 - - -	2
		15 - - -	12 ⅔ - -	10 - - -	1

Il seroit à souhaiter pour bien déterminer la proportion de la résistance causée par la roideur des cordes de grosseur égale, chargées de poids égaux autour des poulies d'inégales grosseurs, qu'on eût un plus grand nombre d'expériences que celles que je rapporte ici ; mais en attendant que cela soit, on pourra pour trouver ces résistances, aussi bien que pour trouver toutes les autres dont j'ai parlé ci-devant, se servir des règles suivantes.

Règles

Règles pour le calcul de la roideur des Cordes dans les Machines.

Dans l'examen & dans la comparaiſon que l'on fera de la réſiſtance cauſée par la roideur des cordes d'une Machine, on ſuivra le même ordre que pour les frottemens, & on ſe ſervira de la premiere, troiſieme & quatrieme Règles rapportées ci-devant à leur ſujet, qui ſont également pour l'une & pour l'autre, & qu'il ſeroit inutile de répeter en cet endroit: mais pour avoir la premiere réſiſtance cauſée par la roideur des cordes d'une Machine, on diviſera la force mouvante par 10, & on multipliera le quotient par la quantité de lignes que contient le diametre de la corde, puis on prendra les $\frac{15}{32}$ du produit, ſi le diametre de la poulie n'a que ſix lignes, les $\frac{12}{48}$ s'il en a douze, & les $\frac{5}{16}$ s'il en a dix-huit, & au-deſſus; on diviſera ce dernier produit par la quantité de pouces que le diametre de la poulie contient, & le quotient de la diviſion ſera le requis, dont la raiſon eſt, que la réſiſtance cauſée par la roideur des cordes augmentant ſuivant la raiſon des poids dont elles ſont chargées, & ſuivant celle des diametres de ces cordes, & que ſuivant l'experience ci-devant le poids pendant à l'extrémité d'une corde d'une ligne de diametre étant de 10 livres lorſque la réſiſtance eſt de 7 onces $\frac{1}{2}$ ſur un cylindre de demi pouce, de 6 onces $\frac{1}{2}$ ſur un cylindre d'un pouce, & ſeulement de 5 onces ſur un cylindre d'un pouce & demi & au-deſſus, il ſuit que diviſant par

par ce poids de 10 l. le poids égal à la force mouvante, on a la raiſon de ce poids au poids de l'experience, & enſuite la raiſon compoſée de ces poids & des groſſeurs des cordes, en multipliant le quotient par le nombre de lignes que contient le diametre de la corde; de ſorte que le produit de cette multiplication exprime l'augmentation de la réſiſtance cauſée par la roideur des cordes qui ont plus d'une ligne de diametre, & qui ſont chargées de plus de 10 livres. Et comme par l'experience ſuſdite cette réſiſtance eſt de 7 onces $\frac{1}{2}$ ſur une poulie de $\frac{1}{2}$ pouce, de 6 onces ſur une poulie d'un pouce, & de 5 onces ſeulement ſur une poulie d'un pouce & demi, & au-deſſus; il s'enſuit que ſuivant le diametre de la poulie, il n'y a qu'à multiplier l'une ou l'autre de ces quantités par ce produit, ou ce qui eſt la même choſe, prendre ou les $\frac{15}{32}$ ou les $\frac{6}{16}$ ou les $\frac{5}{16}$ d'icelui pour avoir la quantité de cette réſiſtance; mais comme dans cette experience la diſtance de l'action de cette réſiſtance au point d'appui, ou la longueur du levier par lequel elle réſiſte eſt de $\frac{1}{2}$ pouce, il convient encore avoir égard à celui de la poulie, & ſi ſon rayon ou levier eſt de plus de $\frac{1}{2}$ pouce, c'eſt-à-dire, ſi la poulie a plus d'un pouce de diametre, diviſer encore le dernier produit par le nombre de $\frac{1}{2}$ pouce contenu dans le demi-diametre; ou ce qui eſt le même par le nombre de pouces que contient tout le diametre.

Que ſi la diviſion du poids égal à la force mouvante par 10 livres, qui eſt le moindre poids, comme une ligne eſt la moindre groſ- ſeur

ſeur de corde, dans l'experience qui ſert de fondement à ce calcul, ni la multiplication du quotient par les lignes du diametre de la corde n'avoient pas lieu, à cauſe que l'un & l'autre, ou l'un des deux ſeulement, peut être moindre, il n'y auroit qu'à prendre la partie proportionnelle de la moindre réſiſtance qui ſe trouve dans la Table de la ſuſdite experience; par exemple, ſi on vouloit ſavoir la réſiſtance cauſée par une corde d'une ligne de diametre, & chargée ſeulement du tiers de 10 livres, il n'y auroit qu'à prendre le tiers ou de 7 onces ½ ſi le diametre de la poulie étoit de ½ pouce, ou le tiers de 6 onces ½ ſi ce diametre étoit d'un pouce, ou le tiers ſeulement de 5 onces, ſi ce diametre étoit d'un pouce & demi & au-deſſus; ayant en outre encore égard au diametre des poulies, c'eſt-à-dire, diviſant encore le quotient par le nombre de pouces que contient le diametre de la poulie autour de laquelle ſeroit la corde; & ſi le poids, non ſeulement étoit moindre que 10 livres, mais encore que la corde eût moins d'une ligne de diametre, il faudroit après avoir pris la partie proportionnelle pour le poids comme ci-deſſus, ſans avoir égard à la diminution de la corde, prendre encore du quotient une autre partie proportionnelle pour la diminution de la corde: par exemple, ſi la corde étant chargée ſeulement de 3 livres ⅓ elle n'avoit que demie ligne de groſſeur, après avoir pris le tiers ou de 7 onces ½ ou de 6 onces ½ ou de 5 onces comme ci-devant, il faudroit encore prendre la moitié de l'une ou de l'autre de ces quantités,

tités, & la diviser par le nombre des pouces, que contient le diametre de la poulie, pour avoir la résistance causée par la roideur de cette corde autour de cette poulie.

Pour faciliter le calcul de la résistance causée par la roideur des cordes dans les Machines, on a dressé la Table suivante, où l'on trouvera ces résistances pour toutes sortes de grosseurs de cordes, depuis une ligne jusqu'à trente lignes de grosseur, chargées de toutes sortes de poids depuis 1 livre jusqu'à 100000 livres.

TABLE DE LA RESISTANCE CAUSÉE DANS LES MACHINES,

Par la roideur des cordes qu'on y employe de quelque grosseur qu'elles soient depuis une ligne jusqu'à trente lignes de diametre, & de quelque poids qu'elles soient chargées depuis une livre jusqu'à cent mille, pourvu que ces cordes passent autour de poulies qui ayent au moins dix-huit lignes de diametre & au-dessus, & qu'il y ait toujours une partie de la corde qui se redresse pendant que l'autre se courbe.

Par M. AMONTONS.

USAGE DE LA TABLE SUIVANTE.

CHerchez à la marge de cette Table le diametre ou grosseur de la corde expri-

mée

mée en lignes, & au haut de la Table les poids ſupportés par cette corde; de ce que vous trouverez au-deſſous de chaque poids dans les cellules qui répondent à celles du diametre de la corde, faites-en une ſomme, & la diviſez par la quantité de pouces que contient le diametre de la poulie; le quotient de la diviſion ſera la réſiſtance cauſée par la roideur de cette corde.

EXEMPLE.

On cherche la réſiſtance cauſée par la roideur d'une corde de 18 lignes de diametre chargée d'un poids de 12393 livres, & paſſant autour d'une poulie de deux pouces de diametre.

Pour 10000 livres, on trouvera dans la cellule au-deſſous qui répond à celle de 18 lignes, ... 5625

Pour 2000 1125

Pour 300 168-12

Pour 90 50-10

Pour 3 1-11

Toutes ces ſommes ajoutées enſemble font celle de 6971 livres 1.

Qui diviſée par 2 pouces diametre de la poulie donnent 3485 livres 8 onces ½ pour la réſiſtance que l'on cherche.

Au reſte une même corde n'étant pas également flexible dans toute ſon étendue, on ne doit pas s'attendre que le calcul s'accorde toujours préciſément à l'experience, cela n'étant pas moralement poſſible, mais ſeulement à peu de choſe près; on en peut dire autant

autant des frottemens, à cause que les differentes consistances des graisses qui sont tantôt plus ou moins épaisses, & que les parties qui frottent interceptent plus ou moins, font varier ces résistances; cela n'empêche pas que l'usage de ces règles ne fasse connoitre assez précisément l'effet qu'on doit attendre d'une Machine pour compter surement dessus, cette extrême précision n'étant d'ailleurs d'aucun usage; & on peut toujours se servir de celles que nous donnons, en attendant que de plus amples experiences nous donnent lieu d'en établir de plus certaines.

L'usage des poulies étant très ordinaire, il n'est pas hors de propos avant de finir ce Discours, & pour faire essai de nos règles, de comparer les résistances causées, tant par le frottement des boulons, que par la roideur des cordes dans des poulies de differentes grandeurs, d'autant plus que ceux qui ne font pas ordinairement attention sur ces résistances verront par le calcul, qu'il n'est pas si indifferent qu'ils se l'imaginent de préferer les petites poulies aux grandes, à cause du peu de place que les premieres occupent. Soit donc pour exemple un fardeau de 800 liv. proposé à élever avec une poulie de 24 pouces, ou avec une de 3 pouces seulement: il est premierement évident que dans l'une & dans l'autre de ces poulies les boulons doivent être d'égale force aussi bien que les cordes, puisqu'ils ont à supporter un égal fardeau: soit donc le boulon de chaque poulie d'un pouce de diametre, & la corde de

20 lignes

20 lignes ; nous trouverons en faisant le calcul suivant les règles ci-dessus, que dans la poulie de 24 pouces, outre
les 800 livres qu'il faut pour égaler le poids du fardeau proposé à élever, la force mouvante doit être encore augmentée de celui
de 21 livre pour surmonter la résistance causée par la roideur de la corde, de celui
de 22 livres pour surmonter la résistance causée par le frottement du boulon, & encore de celui
de 1 livre pour surmonter la résistance causée par la roideur de la corde, à cause de l'augmentation de 21 livres & 22 livres, & enfin de celui
de 1 livre pour surmonter la résistance causée par le frottement du boulon, à cause de ladite augmentation de 21 livres & 22 livres, tous ces poids faisant ensemble celui
de 845 livres : si bien qu'une force mouvante superieure à ce poids élevera avec la poulie de 24 pouces de diametre le poids proposé de 800 livres.

Mais avec la poulie de trois pouces le même calcul nous fait connoitre qu'outre le poids de 800 livres qu'il faut pour égaler le fardeau, il faut encore
celui de ... 167 livres pour surmonter la résistance causée par la roideur de la corde,
celui de ... 178 livres pour surmonter la résistance causée par le frot-

	frottement du boulon,
celui de . . . 37 livres	pour surmonter la résistance causée par la roideur de la corde à cause de l'augmentation des 167 livres & 178 liv.
celui de . . . 38 livres $\frac{1}{3}$	pour surmonter la résistance causée par le frottement du boulon à cause de ladite augmentation,
celui de . . . 8 livres	pour surmonter la résistance causée par la roideur de la corde à cause de l'augmentation des 37 & 38 livres $\frac{1}{3}$.
& enfin celui de 8 livres $\frac{1}{3}$	pour surmonter la résistance causée par le frottement du boulon à cause de l'augmentation desdites 37 livres & 38 livres $\frac{1}{3}$.

Tous lesquels poids font ensemble celui de 1236 livres $\frac{2}{3}$, c'est-à-dire 391 livres $\frac{2}{3}$ plus qu'avec la poulie de 24 pouces, dans laquelle la corde & le boulon ne font pas une résistance égale à la seizieme partie du fardeau, au lieu qu'en celle de 3 pouces cette même résistance est plus de la moitié de ce même fardeau.

OB-

…portés par les Cordes.

…	4 ℔	5 ℔	6 ℔	7 ℔	8 ℔	9 ℔	10 ℔
gr	on.	on. gr	on	on. gr	on.	on. gr	onces
4	2	2-4	3	3-4	4	4-4	5
0	4	5-0	6	7-0	8	9-0	10
4	6	7-4	9	10-4	12	13-4	15
0	8	10-0	12	14-0	1 ℔-0	1 ℔-2-0	1 ℔-4
4	10	12-4	15	1 ℔-1-4	1-4	1-6-4	1-9
0	12	15-0	1 ℔-2	1-5-0	1-8	1-11-0	1-14
4	14	1 ℔-1-4	1-5	1-8-4	1-12	1-15-4	2-3
0	1 ℔-0	1-4-0	1-8	1-12-0	2-0	2-4-0	2-8
4	1-2	1-6-4	1-11	1-15-4	2-4	2-8-4	2-13
0	1-4	1-9-0	1-14	2-3-0	2-8	2-13-0	3-2
4	1-6	1-11-4	2-1	2-6-4	2-12	3-1-4	3-7
0	1-8	1-14-0	2-4	2-10-0	3-0	3-6-0	3-12
4	1-10	2-0-4	2-7	2-13-4	3-4	3-10-4	4-1
0	1-12	2-3-0	2-10	3-1-0	3-8	3-15-0	4-6
4	1-14	2-5-4	2-13	3-4-4	3-12	4-3-4	4-11
0	2-0	2-8-0	3-0	3-8-0	4-0	4-8-0	5-0
4	2-2	2-10-4	3-3	3-11-4	4-4	4-12-4	5-5
0	2-4	2-13-0	3-6	3-15-0	4-8	5-1-0	5-10
4	2-6	2-15-4	3-9	4-2-4	4-12	5-5-4	5-15
0	2-8	3-2-0	3-12	4-6-0	5-0	5-10-0	6-4
4	2-10	3-4-4	3-15	4-9-4	5-4	5-14-4	6-9
0	2-12	3-7-0	4-2	4-13-0	5-8	6-3-0	6-14
4	2-14	3-9-4	4-5	5-0-4	5-12	6-7-4	7-3
0	3-0	3-12-0	4-8	5-4-0	6-0	6-12-0	7-8
4	3-2	3-14-4	4-11	5-7-4	6-4	7-0-4	7-13
0	3-4	4-1-0	4-14	5-11-0	6-8	7-5-0	8-2
4	3-6	4-3-4	5-1	5-14-4	6-12	7-9-4	8-7
0	3-8	4-6-0	5-4	6-2-0	7-0	7-14-0	8-12
4	3-10	4-8-4	5-7	6-5-4	7-4	8-2-4	9-1
0	3-12	4-11-0	5-10	6-9-0	7-8	8-7-0	9-6

[illegible]

oor

4000

[illegible]

…portés par les Cordes

40000 tt	50000 tt	60000 tt	70000 tt	80000 tt	90000 tt	100000 tt
22500						
23750						
25000						
26250	32812-8					
27500	34375-0					
28750	35937-8	42225				
30000	37500-0	44000				
31250	39062-8	45825	52687-8			
32500	40624-0	47250	56875-0			
33750	42186-8	49625	59062-8	67500		
35000	44749-0	51500	61250-0	70000		
36250	46312-8	53375	63437-8	72500	81562-8	
37500	47874-0	55250	65625-0	75000	84375-0	93750

OBSERVATIONS

SUR LA CIRCULATION DU SANG *dans le Fœtus :*

ET DESCRIPTION DU COEUR *de la Tortue & de quelques autres Animaux.*

Par M. Du Vernay *.

J'Aurois pu donner au Public, il y a long-tems, les Obervations que j'ai faites sur le nouveau Systême de la circulation du sang dans le Fœtus, que Mr. M. a voulu fonder sur la structure du cœur de la Tortue.

Dès qu'il le proposa, je l'examinai avec soin; je fis des dissections exactes de plusieurs Tortues; & ayant reconnu l'erreur de cette découverte, je la combattis dans mes exercices du Jardin Royal, & dans cette Académie, comme il est rapporté dans l'Histoire qui en a été publiée.

Je composai dès-lors le Traité que je vais lire, & quelques autres qui paroîtront dans la suite. J'ai differé de les donner au Public, & je ne m'y suis déterminé qu'avec peine, & pour le bien de la paix, & par la consideration que j'ai pour l'Auteur de ce Systême; mais j'ai cru les devoir à la curiosité de ceux

* 23 Dec. 1699.

ceux qui s'étant élevés comme moi contr ces nouveaux ſentimens, n'ont eu ni le mê me loiſir, ni la même commodité de travail ler à de pareilles diſſections. D'ailleurs l'Au teur pourroit prendre mon ſilence pour une approbation de ſon ſentiment, & publier en core, que bien qu'il m'en ait fait une eſpece de défi, je n'ai pas oſé le combattre.

Dans le tems que je m'y ſuis détermi né, j'ai été aſſez heureux, pour recevoir de Verſailles une grande Tortue terreſtre de l'A merique, qui m'a ſervi à confirmer les ob ſervations que j'avois faites ſur celles que nous avons en France. J'ai ajouté la deſcrip tion des cœurs de la Vipere, de la Grenouil le & de quelques Poiſſons, qui ont tous beaucoup de rapport au cœur de la Tortue, afin de ne rien omettre de tout ce qui peut ſervir à éclaircir ces queſtions.

Je décrirai dans la premiere partie de ce Diſcours la ſtructure du cœur de la Tortue, & de ceux des autres animaux dont j'ai par lé: Dans la ſeconde j'examinerai leurs uſa ges: Et dans la troiſieme je fonderai ſur tou tes les deux la critique du nouveau Syſtême.

I. PARTIE.

SECTION I.

Structure du Cœur de la Tortue.

Avant que d'ouvrir le cœur de la gran de Tortue, j'obſervai que l'écaille qui la cou vroit étoit de deux pieds trois pouces de long, ſur deux pieds un pouce de large, & ſon écaille de deſſous d'un pied cinq pouce

d

de long, sur un pied deux pouces de large; au-lieu que l'écaille de dessus de nos Tortues ordinaires n'a qu'environ six à sept pouces de long sur cinq & demi de large, & celle de dessous trois pouces & demi de large, sur cinq à six pouces de long.

Le pericarde de ces animaux est une membrane d'une d'une tissure fort serrée. Par toute sa circonference, il est étroitement uni au peritoine; & sa capacité est fort grande à proportion du volume du cœur. *Voyez la Figure* 1.

Ce cœur est situé au haut de la poitrine au-dessus du foye: il n'y a point de diaphragme entre-deux. Dans les petites Tortues on voit un ligament, qui part de la pointe du cœur, & qui l'attache au fond du pericarde: il ne s'en est point trouvé dans la Tortue de l'Amerique. Ce ligament est un prolongement de la membrane qui envelope les fibres du cœur. *Voyez la figure* 3.

La figure du cœur de la grande Tortue est demi-sphérique; sa partie inferieure étant convexe, & la supérieure plane, mais un peu enfoncée au milieu, qui est l'endroit où s'implantent les oreillettes & les arteres; en sorte que ce cœur ressemble assez au rein d'un mouton: mais dans nos petites Tortues il s'allonge un peu plus en pointe. *Voyez la figure* 2. & 3.

Dans la grande Tortue, le cœur mesuré du milieu de la base à la pointe, s'est trouvé d'un pouce cinq lignes; & d'environ trois pouces, d'un des côtés de la base à l'autre; mais dans une des parties, la distance du mi-

milieu de la base à la pointe ne s'est trouvée que de six lignes, & de neuf lignes d'un des côtés de la base à l'autre.

On voit sous l'oreillette droite du cœur de ces animaux une espece de réservoir d'une figure oblongue, & assez semblable à celle d'un outre enflé: il est formé par le concours de plusieurs veines. L'axillaire droite & la veine cave inférieure s'embouchent au côté droit de ce réservoir, l'une au haut, & l'autre au bas. De l'autre côté on voit dans une pareille situation l'axillaire gauche, & une veine qui rapporte le sang de la partie gauche du foye. La veine coronaire & quelques autres vaisseaux, qui sortent des parties voisines, s'y vuident aussi; & comme les jugulaires se déchargent dans les axillaires, cela fait que le sang de toutes les veines est rapporté dans ce réservoir, à l'exception de celui des veines du poûmon. *Voyez la figure* 26 *&* 10.

Ce réservoir par dedans est garni de plusieurs fibres charnues, qui se croisent & s'entrelassent, à peu près comme celles qui se voyent au dedans des oreillettes du cœur de l'homme. Toutes les veines qui servent à former ce réservoir, sont aussi garnies de fibres, qui s'entrelassent de la même maniere. *Voyez la figure* 7.

Ce même réservoir vers son milieu, s'ouvre dans l'oreillette droite, du côté qu'elle regarde l'écaille de dessus. *Voyez la figure* 4 *&* 5.

Les deux veines du poûmon remontent le long du côté inférieur de chaque branche de la trachée artere; la droite ayant percé le pe-

pericarde, passe derriere le réservoir dont on a parlé, & s'avance jusqu'à l'oreillette gauche. La veine pulmonaire ayant aussi percé le pericarde, se cache derriere l'axillaire du même côté, & vient s'unir avec la veine pulmonaire droite, à la partie postérieure de l'oreillette gauche, près de son col, où elles forment une espece de réservoir. *Voyez la figure* 4 *&* 8.

A l'embouchure du grand réservoir dans l'oreillette droite, il y a deux valvules situées un peu obliquement par rapport à l'oreillette droite. Elles ressemblent à deux paupieres, & sont composées de fibres charnues produites par celles de l'oreillette. A leur angle extérieur elles sont attachées par un trousseau de fibres qui remontant un peu obliquement vers le fond de l'oreillette, s'épanouissent & s'y perdent.

La valvule inférieure a un peu plus d'étendue que la supérieure; & quand elles se joignent, elles ferment exactement cette ouverture. *Voyez la figure* 13.

Le bassin du petit réservoir est aussi garni par dedans de fibres charnues, mais en moindre quantité que celui du grand réservoir. Dans les petites Tortues (ce que je n'ai point vu dans la grande) il y a à son embouchure une valvule charnue en forme de croissant, tournée de maniere que ses angles regardent le fond de l'oreillette droite. Elle est semblable à celle qui se trouve dans les Oiseaux à l'embouchure du tronc de la veine du poûmon dans l'oreillette. *Voyez la figure* 5 *&* 3.

Les oreillettes sont de grandeur differente; la droite a plus de capacité que la gauche: elles ressemblent à deux bourses qui couchées sur le côté seroient jointes ensemble par leur ouverture, c'est-à-dire par la partie la plus courte; elles sont séparées l'une de l'autre en cet endroit par une membrane: cette séparation est un peu de biais vers le milieu de la base du cœur, mais plus sur le côté gauche que sur le droit,

Cette membrane est couverte dans sa plus grande partie de fibres charnues qui sont des continuations de celles des oreillettes: le bas en est purement tendineux, & si mince qu'on voit le jour à travers; elle s'attache entre les deux valvules, qui sont aux embouchures des oreillettes, & dont nous parlerons dans la suite. *Voyez la figure* 2. 11. 13 & 14.

Le fond de ces oreillettes est sphérique, & beaucoup plus grand que l'endroit où elles se joignent: elles se retrecissent vers la base du cœur, & forment une espece de col qui est séparé en deux par la membrane en forme de cloison dont il a été parlé. *Voyez la figure* 10 & 11.

Tout l'intérieur de ces oreillettes est garni de fibres musculeuses, qui s'entrelassent en tant de manieres differentes, qu'elles composent, sur-tout dans les petites Tortues, un tissu fort spongieux; ce qui fait qu'étant gonflées & dessechées elles ressemblent en quelque maniere à la substance du poûmon: la membrane qui les sépare, est toute unie. *Voyez la figure* 13.

A l'embouchure de chaque oreillette il y

a

a une valvule, & ces deux valvules sont jointes ensemble par une de leurs extrémités, & revêtues de fibres charnues dirigées d'un côté de la base du cœur à l'autre. La membrane qui est entre les oreillettes s'attache en dehors au milieu de ces deux valvules, comme il a été dit, & en fait ainsi la séparation en cet endroit. Par le côté qu'elles ont libre, elles peuvent, en s'abaissant, & devenant concaves, laisser passer le sang des oreillettes dans le cœur, & de l'autre en se relevant elles en empêchent le retour. Ainsi l'on voit que bien que ces deux soupapes jointes ensemble, comme elles sont, fassent une espece de quarré long lorsqu'elles s'appliquent contre les ouvertures des oreillettes, néanmoins quand le sang y passe, chacune séparément représente le quart d'un ovale concave opposé & joint à un autre par le sommet, ou si l'on veut à ces ustenciles appellés des couvre-feux, qu'on auroit renversés, & qui se toucheroient par leur cintre. *Voyez la figure* 13 & 17.

Ces valvules ont cela de commun avec celle du trou ovale du fœtus, que quand elles ouvrent le passage au sang elles deviennent concaves en forme de goutieres, & quand elles le ferment & s'appliquent contre le trou, elles s'applanissent. Deux choses contribuent à les appliquer ainsi contre le trou; la premiere, est l'impulsion du sang: la seconde, est l'action des fibres charnues, qui les composent: ces fibres, de courbes qu'elles étoient, devenant droites, & le sang, qui vient frapper contre ces valvules ainsi applanies

nies & appliquées contre leurs trous, les maintenant dans cet état.

Il y a trois cavités dans le cœur de cet animal; l'une est dans le côté droit de la partie que j'appelle antérieure, qui est celle qui regarde l'écaille de dessous; les deux autres occupent la partie que j'appelle postérieure, qui regarde l'écaille de dessus. *Voyez la figure* 13 *&* 14.

Des deux cavités qui sont dans la partie postérieure du cœur, j'appellerai dans la suite premiere cavité celle qui reçoit le sang de l'oreillette droite; seconde cavité, celle qui occupe toute la partie gauche, & qui reçoit le sang de l'oreillette gauche; & j'appellerai troisieme cavité celle qui est vers le côté droit de la partie antérieure du cœur, & dans laquelle s'embouche l'artere du poûmon.

Le tissu du dedans du cœur est garni de colomnes charnues de differente grosseur, entrelassées les unes dans les autres.

Il y en a plusieurs, qui s'élevant du milieu de la face postérieure jusqu'à la base du même côté, laissent sous les valvules des oreillettes un chemin, par lequel la premiere & la seconde cavité communiquent ensemble; ainsi il est vrai de dire que ce n'en est qu'une. Comme la premiere cavité communique de même avec la troisieme, il faut dire aussi que toutes les trois n'en font qu'une seule, le sang qui est vuidé dans le cœur par l'oreillette droite & par la gauche, se pouvant mêler aisément & entrer d'une cavité dans l'autre.

La valvule de l'embouchure de l'oreillette droi-

droite est disposée de telle sorte que le sang qui y passe coulant de la gauche à la droite, il ne tend qu'à remplir la premiere cavité, laquelle communiquant avec la troisieme, ce sang y entre en même tems : mais la valvule de l'oreillette gauche étant tournée de la droite à la gauche, le sang qui en vient ne remplit d'abord que la seconde cavité. *Voyez la figure* 17.

Nous avons dit que le tissu de fibres charnues, qui sépare la premiere cavité de la seconde, laisse un passage, par où le sang peut aller de l'une à l'autre. Ce passage est de la même longueur que la base des valvules, & a environ trois lignes de diametre ; ensorte que les valvules étant abaissées, il y reste toujours une ouverture, & la communication de la premiere & de la seconde cavité n'en est pas entierement empêchée. *Voyez la figure* 17.

Il faut remarquer ici, que la communication de la premiere cavité avec la troisieme, se fait par une ouverture en arc composé de fibres charnues d'environ deux lignes de diametre. Cette ouverture est sur le côté droit de la face anterieure du cœur près de l'embouchure de l'artere, que j'appellerai branche gauche de l'aorte descendante. *Voyez la figure* 17.

La surface du cœur paroît par-tout d'une égale épaisseur : de-là vient qu'y ayant deux cavités l'une sur l'autre dans sa partie droite, leurs parois en sont moins épaisses que celles de la seconde cavité ; mais les parois de la premiere sont encore plus épaisses que

celles de la troisieme. *Voyez la figure* 13 & 14.

Ce cœur est composé de plusieurs couches de fibres; les extérieures décrivent des lignes courbes, & paroissent dirigées de gauche à droite; les intérieures forment plusieurs colomnes, ainsi qu'il a été dit, d'où naissent ces especes de cloisons qui séparent les cavités du cœur, & qui s'entrelassant en divers sens, laissent comme autant de petites cellules, qui communiquent les unes avec les autres; ce qui fait que le cœur étant gonflé & desseché, paroît presque tout spongieux.

Vers la partie droite de la face antérieure de la base du cœur, il sort trois arteres considerables: deux de ces arteres composent l'aorte, & s'ouvrent dans la premiere cavité du cœur. Les orifices de celle-ci sont placés entre l'embouchure de l'oreillette droite, & l'ouverture qui fait la communication de la premiere cavité avec la troisieme, & ils sont si voisins, qu'ils s'entretouchent. *Voyez la figure* 2. 4. 9. & 17.

La troisieme artere, qui est celle du poumon, sort immédiatement de la troisieme cavité du cœur. *Voyez les mêmes figures.*

Les embouchures de ces trois vaisseaux sont soutenues par un cartilage presque demi circulaire, auquel s'attachent aussi leurs valvules; & à chacune de ces embouchures il y a deux valvules de figure sigmoïde, lesquelles ont le même usage que dans les autres animaux. *Voyez la figure* 14. 15. & 16.

Ces arteres sont étroitement liées entre elles; il y en a deux presque de front, savoir, celle que j'appelle la branche gauche de l'aor-

l'aorte descendante ; & l'artere du poûmon, derriere lesquelles est celle que j'appelle le premier tronc de l'aorte. *Voyez la figure* 9.

Dans nos petites Tortues de terre, ces arteres sont embrassées à leur naissance par un anneau de fibres charnues : il n'y en avoit point au cœur de la Tortue de l'Amerique. *Voyez la figure* 3.

Ces trois vaisseaux, après s'être plus ou moins élevés à une certaine hauteur, se recourbent en forme de crosses.

Cette artere, qui fait le premier tronc de l'aorte, peu de tems après sa naissance, se partage en deux branches, dont l'une monte, & va se distribuer aux pattes de devant, & à toutes les parties supérieures, je l'appellerai aorte ascendante ; l'autre descend en se courbant jusques sous le ventricule, sans jetter aucun rameau, & va se joindre à la branche gauche de l'aorte descendante, je l'appellerai branche droite de l'aorte descendante. *Voyez la figure* 2. & 4.

La branche gauche de l'aorte descendante se recourbe de même au côté gauche du cœur, & sans jetter aucun rameau, elle descend aussi jusques sous le ventricule, & fournit en cet endroit deux arteres, dont la supérieure tient lieu de cœliaque, & l'inferieure de mesenterique ; ensuite elle s'unit à la branche droite de l'aorte descendante, & ces deux branches ainsi réunies forment le tronc de l'aorte descendante, lequel va se distribuer aux parties du bas-ventre, & à toutes les extrémités inferieures. *Voyez les mêmes figures.*

L'artere du poûmon, qui touche immédia-

tement la branche gauche de l'aorte descendante, naît, comme il a été dit, de la troisieme cavité du cœur : cette artere est fort grosse, & a autant de diametre que le premier tronc de l'aorte : après s'être un peu élevée elle se partage en deux branches, qui se recourbent aussi en forme de crosses, dont l'une va se rendre à la partie gauche du poûmon, & l'autre à la partie droite. *Voyez la figure* 2, 4. *&* 9.

L'artere coronaire est composée d'un seul tronc, qui sort du premier tronc de l'aorte, un peu au-dessus des valvules sigmoïdes, & elle se distribue au cœur & aux oreillettes. *Voyez la figure* 11. *&* 12.

SECTION II.

Structure du Cœur de la Grenouille.

Le cœur de la Grenouille est d'une figure conique, comme celui de la plupart des animaux, & enfermé dans un pericarde, qui a moins de capacité, à proportion, que celui de la Tortue.

On voit sous ce cœur une espece de reservoir de figure ronde, & d'environ trois lignes de diametre.

La veine cave inférieure, sortant du foye, reçoit de chaque côté une grosse veine ; l'une qui rapporte de la partie droite, & l'autre de la partie gauche de ce viscere.

Le concours de ces trois vaisseaux sert principalement à former ce reservoir, lequel

re-

reçoit de chaque côté les axillaires : la veine coronaire s'y décharge aussi. *Voyez la figure* 1.

Ce réservoir s'ouvre au-dessus, & vers le côté droit de l'oreillette : son embouchure est garnie de deux soupapes situées obliquement par rapport à l'oreillette : elles forment ensemble comme deux paupieres : la supérieure est plus large que l'inferieure, de même que dans la Tortue, & elles ont le même usage. *Voyez la figure* 2.

A chaque partie du poûmon qui regarde le dos, est attaché le tronc de la veine qui en rapporte le sang ; l'une & l'autre de ces veines, en quittant le poûmon, fait environ deux lignes de chemin, en s'inclinant l'une vers l'autre ; & en s'unissant, elles ne forment plus qu'un tronc, qui est collé à la partie supérieure du réservoir. Ce même tronc s'ouvre dans l'oreillette immédiatement au-dessus de l'embouchure du réservoir dans l'oreillette. *Voyez la figure* 3.

Il n'y a qu'une oreillette dans le cœur de cet animal : elle est sphérique, & non seulement elle couvre toute la base du cœur, mais elle a beaucoup plus d'étendue.

Son embouchure est fort large & garnie de deux valvules, dont l'une est attachée à la partie de la base du cœur qui regarde l'épine, & l'autre à la partie opposée de la même base : elles sont demi circulaires, figurées à peu près comme celles que nous appellons sigmoïdes, en sorte que le sang poussé de bas en haut dans la contraction du cœur les gonfle, & en rapproche exactement les deux bords. *Voyez la figure* 4.

Dans ce cœur il n'y a qu'un ventricule, & les parois en sont très minces; les fibres charnues de sa partie intérieure s'entrelassent en tant de manieres differentes, qu'elles composent un tissu très spongieux.

Il n'y a aussi qu'une artere qui sort immédiatement du côté droit de la base du cœur: ce vaisseau dès sa naissance est couché sur le côté droit de l'oreillette, de laquelle il couvre presque le tiers; & il se porte obliquement à la longueur d'environ deux à trois lignes; & ensuite se partage en deux branches, dont l'une va à droit, & l'autre à gauche, en se courbant un peu: chacune de ces branches se subdivise en trois autres. *Voyez la figure 5.*

De ces trois, la supérieure, qui regarde la tête, se partage en deux rameaux, dont l'un va se distribuer à toutes les parties qui sont sous la gorge, & l'autre monte au cerveau.

La branche du milieu, qui est la plus grosse, se recourbe, & forme l'aorte descendante. Vis-à-vis de l'aisselle elle se partage en deux gros rameaux, dont le plus petit se distribue aux muscles qui sont sous l'épaule, sur le dos & sur la tête; l'autre qui est beaucoup plus gros, forme l'axillaire. Ensuite cette branche descend jusqu'au-dessous du cœur, en jettant plusieurs rameaux, qui vont à l'épine; & s'unissant avec celle du côté opposé, elles ne font plus qu'un tronc, d'où sort une grosse branche, qui tient lieu de cœliaque, & de mesenterique: ce tronc se

dis-

distribue ensuite à toutes les autres parties inférieures.

La troisieme branche qui est l'inférieure, se partage aussi en deux autres, dont la plus petite se divise en deux rameaux, qui vont se distribuer aux muscles servans aux mouvemens de la tête: l'autre branche se partage en trois ou quatre rameaux considerables, qui à leurs naissances s'attachent au poûmon, & jettent un nombre infini d'autres petits rameaux, qui communiquent les uns avec les autres, & qui l'embrassent de tous côtés de haut en bas. *Voyez la même figure.*

Cette aorte a deux valvules sigmoïdes à son embouchure dans le cœur; & comme nous avons dit, elle monte obliquement l'espace d'environ trois lignes, & en cet endroit elle est recouverte de fibres charnues circulaires. Au dedans de ce vaisseau, on voit dans le milieu une lame cartilagineuse posée de chan, attachée seulement à la partie du canal qui regarde l'épine, & tournée en spirale de gauche à droit.

Cette lame se termine en une soupape de figure sigmoïde, & à côté il y en a encore deux autres de même figure, soutenues chacune par un petit bouton cartilagineux: elles sont toutes trois placées à l'endroit où ce vaisseau commence à se partager; & lorsqu'elles sont soulevées, elles en ferment fort exactement l'entrée. *Voyez la figure 6.*

Cette méchanique, qui est fort singuliere, a néanmoins un grand rapport à celle de l'aorte de quelques poissons. Car dans la Raye & dans plusieurs autres, l'aorte à sa

naissance est aussi revêtue de fibres charnues circulaires fort épaisses, à la longueur d'environ un pouce; & l'on voit au dedans quatre rangs de tubercules cartilagineux, entre lesquels coule le sang qui sort du cœur: ces tubercules portent chacun une valvule, & ces valvules étant ouvertes, empêchent le retour du sang: celle du rang le plus éloigné du cœur sont les plus grandes. La figure de ces tubercules est si irréguliere, & la grandeur des valvules si differente, qu'il seroit ennuyeux d'en faire le détail. *Voyez la figure 7.*

SECTION III.

Structure du Cœur de la Vipere.

Le cœur de la Vipere est figuré comme celui de la Grenouille, mais il est plus plat, & le côté gauche est plus élevé que le droit: il est placé environ à six pouces de distance de la tête, & un pouce au-dessus du foye. *Voyez la figure 1.*

Le pericarde est d'une grande capacité, & si mince qu'on voit aisément le cœur à travers. Il y a trois veines caves: une inférieure, & deux supérieures. La veine cave inférieure est la plus grosse; la supérieure du côté droit s'abouche avec l'inférieure, & en cet endroit chacun de ces vaisseaux est un peu coudé. *Voyez la figure 2.*

La supérieure du côté gauche, passant pardessus l'aorte descendante, se colle à l'oreillette gauche; & faisant un petit coude, des-

descend sous la base du cœur, pour s'ouvrir dans la veine cave inférieure, près de son embouchure. *Voyez la figure* 3.

Le tronc formé par l'union de ces trois vaisseaux, a son embouchure vers le milieu du côté droit de l'oreillette droite, & cette embouchure est garnie de deux valvules de la figure des paupieres, comme dans la Tortue & dans la Grenouille, situées obliquement par rapport à l'oreillette. *Voyez la figure* 4.

La veine du poûmon est composée de deux branches, l'une qui rapporte le sang de la partie supérieure du poûmon, & qui est la plus grosse ; & l'autre qui le rapporte de la partie inférieure.

Ces deux veines se rencontrent au côté gauche de l'oreillette gauche, & le tronc formé par leur union va obliquement pardessus la partie inférieure de l'oreillette, à laquelle il est étroitement collé, s'ouvrir dans la même oreillette par une insertion fort oblique. *Voyez la figure* 3.

Les deux oreillettes du cœur de la Vipere ne different de celles de la petite Tortue de terre, qu'en ce qu'elles sont plus longues & plus étroites ; elles sont séparées par une cloison qui a la même figure.

A l'embouchure de chaque oreillette dans le cœur, il y a une valvule, & ces valvules ont aussi précisément la même conformation que celles qui sont dans le cœur de la Tortue.

Enfin, il y a trois cavités dans ce cœur, dont la configuration intérieure est encore toute semblable à celle des cavités du cœur de

de la Tortue ; & elles ont entre elles la même communication.

Trois arteres sortent du côté droit de la base du cœur : il y en a deux de front, & derriere elles une troisieme ; & de ces trois il y en a pareillement deux, qui forment l'aorte. *Voyez la figure* 1.

Le premier tronc de l'aorte monte à la hauteur de quatre à cinq lignes, & se partage en deux branches, dont la plus grosse, qui est à droit, fait crosse ; & étant descendue environ trois lignes, elle jette un rameau, qui donne la carotide droite ; ensuite elle descend, & après avoir fourni quelques rameaux à l'épine, elle va recevoir l'aorte, qui est au côté opposé. L'autre branche produit la carotide gauche. On peut nommer ce premier tronc de l'aorte, comme dans la Tortue, l'aorte ascendante, parce qu'elle fournit le sang à toutes les parties superieures. *Voyez la figure* 1.

Le second tronc de l'aorte s'éleve à la hauteur d'environ trois lignes, en croisant les deux autres : ensuite il fait crosse, & descend environ un pouce & demi au-dessous du cœur, pour s'unir à l'aorte du côté opposé. En descendant il jette un rameau, qui va au ventricule. On peut aussi nommer cette branche d'artere l'aorte descendante, parce qu'elle ne se distribue qu'aux parties inferieures. *Voyez la figure* 1.

La troisieme artere, qui est celle du poûmon, s'éleve à la hauteur de quatre lignes : elle est couchée sur la partie moyenne du poûmon ; & elle s'y divise en deux branches : cet-

cette division est immédiatement sous l'aorte ascendante.

La branche, qui est destinée pour la partie supérieure du poûmon, est beaucoup plus grosse que l'autre ; & accompagne la veine dans toute son étendue. *Voyez la figure* 1.

Je ne dirai rien de la structure du cœur des Couleuvres, parce qu'elle n'est differente de celle du cœur des Viperes, que par la distribution des vaisseaux du poûmon.

SECTION IV.

Structure du Cœur des Poissons.

VOULANT décrire le cœur des Poissons, j'ai choisi la Carpe, parce qu'il est facile d'en avoir.

Le cœur de ce Poisson est situé sous les mâchoires, qui sont au-dessus des ouïes, au fond du gosier, & que j'appellerai mâchoires internes, pour les distinguer de celles qui sont au-dessus, & qui forment l'entrée de la gueule. La cavité, où le cœur se trouve renfermé, est revêtue d'une membrane fort polie, qui tient lieu de pericarde dans plusieurs autres Poissons, mais qui ne peut pas être ainsi nommée dans celui-ci, puisque le cœur est encore enfermé dans un sac fermé d'une pellicule très mince, qui est proprement son pericarde. *Voyez la figure* 1.

Le bas de cette même cavité est fermé par une membrane, qui sépare le cœur d'avec tous

tous les autres viſceres, & qui eſt une continuation de la précédente.

On voit ſous le cœur un réſervoir formé par le concours de pluſieurs veines, trois deſquelles ſortent du foye, & ſervent ſeulement à rapporter le ſang de la veine porte, & d'une partie des ovaires: de ces trois, il y en a deux, qui s'ouvrent de chaque côté dans le bas de ce réſervoir, & la troiſieme s'y décharge auſſi par une embouchure très large. Deux autres veines remontent à chaque côté de l'épine, en accompagnant l'aorte; & s'uniſſent à chaque côté du réſervoir, avec les veines qui ſortent des côtés du foye: ainſi ces deux vaiſſeaux n'ont de chaque côté, en cet endroit, qu'une même embouchure. Le tronc de la veine, qui rapporte le ſang des ouïes, eſt couché au-deſſus de l'aorte: il deſcend au côté droit du cœur, il eſt collé aux parois de la cavité où le cœur eſt renfermé, & faiſant un contour, il vient s'ouvrir au côté droit du réſervoir. *Voyez la figure* 2.

Ce réſervoir s'ouvre en deſſus vers le milieu de la partie inférieure de l'oreillette: à ſon embouchure, il a deux valvules, en forme de paupieres, comme ſont celles des animaux que nous avons décrits, & celles qui ſont à l'embouchure de la veine cave inférieure des Oiſeaux, dont on ne dira rien, parce que cela eſt étranger à la matiere que nous traitons. *Voyez la figure* 3.

Ce cœur n'a qu'une oreillette, mais d'une grande capacité. Elle eſt appliquée au côté

gauche;

gauche; & dans sa partie supérieure, en s'enfonçant, elle forme de chaque côté une avance ou corne, dont la gauche est plus grande que la droite: son embouchure est dans la partie supérieure du côté gauche du cœur. *Voyez la figure* 4.

Il y a deux valvules à l'embouchure de l'oreillette dans le cœur, l'une dessus, & l'autre dessous, attachées par tout le demi-cercle qu'elles forment, & ouvertes du côté de la pointe du cœur; ce qui fait que le sang, qui reflue par la contraction du cœur, les souleve, & les joint l'une à l'autre, comme dans la Grenouille. *Voyez la figure* 5.

Ce cœur est de figure demi-circulaire, & applati à peu près comme une châtaigne de mer: il est posé de chan par rapport à la tête, en sorte que les deux côtés plats regardent les ouïes: il s'emboîte par la base avec l'aorte par une espece de gynglime, ces deux parties ayant des éminences & des cavités, qui se reçoivent mutuellement. *Voyez la fig.* 6.

Les parois de ce cœur sont fort épaisses, à proportion de son volume, & ses fibres d'une tissure fort compacte.

Pour bien entendre la distribution des vaisseaux dans ce Poisson, il faut avoir quelque notion de la structure des ouïes. C'est pourquoi nous dirons que les ouïes, qui, comme on sait, servent de poûmons aux Poissons, sont pour ainsi dire partagées en deux lobes, dont chacun est composé de quatre feuillets posés presque de chan l'un près de l'autre, suivant leur contour, & soutenus par quatre arcs osseux. Nous nommerons premier

arc

arc celui de chaque côté, qui est le plus proche du cœur.

La partie convexe de ces arcs est creuse en forme de goutiere, le long de laquelle coulent les vaisseaux, dont il sera parlé ci-après. Les feuillets soutenus par ces arcs occupent tout l'espace qui est entre les mâchoires externes & les internes; ils sont composés d'un double rang de lames osseuses, ou barbes. Chacune de ces lames est faite en forme de petite faulx; & à sa naissance, a comme un pied ou talon, qui est plus épais que le reste, & creux par dessous en forme de goutiere: ce pied étant debout ne pose que par son extrémité sur le bord de l'arc, auquel il n'est attaché que par le moyen de la membrane fort épaisse, qui enveloppe l'arc: le côté convexe de cette lame est garni jusqu'à la pointe, de filets qui vont en diminuant de longueur, à mesure qu'ils s'approchent de cette pointe; & le côté concave en a de beaucoup plus courts, & n'en est garni qu'environ jusques vers le milieu. *Voyez la figure* 7 & 8.

Ces filets sont liés entre eux de chaque côté, par une membrane osseuse très fine, qui les assemble par le milieu, presque dans toute leur longueur; mais comme les extrémités ne sont pas jointes, elles représentent les dents d'une scie. *Voyez la figure* 8.

On a dit que chaque feuillet est composé d'un double rang de lames; il faut ajouter que le concave de chacune de ces lames, s'applique sur le convexe de celle qui lui est opposée, & qu'elles sont toutes liées ensemble par une membrane, qui prend depuis

leur

leur naissance, jusqu'au milieu de leur hauteur, où devenant plus épaisse, elle forme une maniere de cordon, au-dessus duquel elle est attachée aux lames par les bouts d'autant de petits croissans, qu'il y a d'espaces entre elles. Le reste de la lame est libre, & finit en une pointe très fine & très souple. *Voyez la figure* 9.

L'empatement de ces lames sur les bords de l'arc, se faisant par l'extrémité de leur talon, comme il a été dit, il reste dans le milieu un petit vuide en forme de canal triangulaire, qui regne tout le long de l'arc, & sert à loger les vaisseaux. *Voyez la figure* 10.

Ces lames sont revêtues d'une membrane très fine, & ne servent qu'à soutenir les ramifications de tous les vaisseaux des ouïes. Ces vaisseaux qui coulent dans la goutiere de chaque arc, sont une artere, une veine & un nerf.

Avant que de parler de la distribution des arteres, on remarquera que la partie de l'aorte, qui naît du cœur, & qui a deux valvules sigmoïdes, comme celle de la Tortue, n'est pas d'un grand volume, à proportion de celui qu'elle a un peu au-dessus; car d'abord elle s'évase, en sorte qu'elle couvre toute la base du cœur, puis se retrecissant peu à peu, elle forme une espece de cone, de la pointe duquel sort le vaisseau qui est la continuation de l'aorte. Le dedans de sa partie dilatée est rempli de plusieurs colomnes charnues, qui vont toujours en diminuant jusqu'au sommet; & elles ont entre leurs bases des interstices, qui forment des cavités, où est reçu le sang qui reflue; ce qui fortifie l'action

tion des valvules dont on vient de parler, produit le même effet que les valvules qui se voyent dans la partie musculeuse de l'aorte de la Raye & de la Grenouille. *Voyez la figure* 11.

Le canal, qui sort de la pointe du cone de l'aorte, coule entre les deux lobes des ouïes. Vis-à-vis de la premiere paire d'arcs de ces lobes, il jette de chaque côté une grosse branche, qui se subdivise encore en deux autres, dont la premiere coule de chaque côté dans la goutiere de cette premiere paire d'arcs, & la seconde dans la goutiere de la seconde paire. Ce même tronc dans son cours se partage encore en deux branches, dont chacune va de son côté à la troisieme paire ; & plus avant encore en deux autres, qui vont à la derniere paire de ces arcs.

Chaque artere en coulant le long de la base de chaque feuillet, jette autant de paires de branches qu'il y a de paires de lames, & se perd entierement à l'extrémité du feuillet; en sorte que l'aorte & ses branches ne parcourent de chemin que depuis le cœur jusqu'à l'extrémité des ouïes, où elles finissent. *Voyez la figure* 12. *&* 13. Et pour la distribution de chaque paire d'arteres, *voyez la figure* 14. *&* 15.

Sur le bord de chaque lame il y a une veine, & chaque veine vient se décharger dans un tronc qui coule dans la goutiere de chaque arc, & dont les differentes ramifications se voyent clairement dans les figures. Ces veines sortant de l'extrémité de chaque arc qui

qui regarde la base du crane, prennent la consistence d'arteres, & viennent se réunir deux à deux de chaque côté. Celle, par exemple, qui sort du quatrieme arc, après avoir fourni des rameaux qui distribuent le sang aux organes des sens, au cerveau & à toutes les autres parties de la tête, vient se joindre avec celle du troisieme arc. Ainsi elles ne font plus qu'une branche. Cette branche, après avoir fait environ deux lignes de chemin, s'unit à celle du côté opposé, & les deux ne forment plus qu'un tronc, lequel coulant sous la base du crane reçoit aussi peu de tems après de chaque côté une autre branche, formée par la réunion des veines de la seconde & de la premiere paire d'arcs. Ce tronc continue son cours le long des vertebres, & distribuant le sang à toutes les autres parties, fait la fonction d'aorte descendante. Ces mêmes veines, par leur autre extrémité qui regarde la naissance des arcs, viennent se décharger dans un tronc qui va s'inserer dans le réservoir. *Voyez la figure* 16 *&* 17.

La conformité qui se trouve dans la structure du cœur de ces animaux, nous a obligé de les décrire en même tems.

Mais avant que d'en expliquer les usages, il ne sera pas inutile d'avertir, 1°. Que par le terme de réservoir, on n'entend autre chose qu'un tronc de veines, formé par le concours de plusieurs autres, & qui tient lieu de veines caves supérieure & inférieure dans la Tortue & dans la Carpe; & dans la Grenouille, ce n'est autre chose que le tronc de a veine cave inférieure, qui reçoit les deux axil-

axillaires; car bien que ce réservoir ou tronc soit garni de fibres charnues, on ne prétend pas dire, qu'il ne soit pas du genre des veines, puisque celles qui s'embouchent dans les oreillettes & dans les cavités du cœur des autres animaux, sont aussi revêtues en cet endroit de semblables fibres. 2°. Que la raison qui m'a obligé d'entrer dans le détail de la distribution des arteres de la Grenouille & des Poissons, est qu'ayant à réfuter le nouveau Systême, il a fallu que je fisse voir que l'aorte descendante est toujours composée de deux troncs, & quelquefois d'un plus grand nombre, comme dans les Poissons.

II. PARTIE.

Usages du Cœur de la Tortue, de la Grenouille, &c.

DANS la description, que nous avons faite de la structure du cœur de la Tortue, l'on a pu remarquer qu'elle differe en plusieurs choses, de celle de la plupart des autres animaux.

La premiere difference est celle des ventricules : car quoique les trois cavités du cœur de la Tortue soient séparées par des cloisons, cependant y ayant entre elles des ouvertures de communication, elles ne font proprement qu'un seul ventricule ; au-lieu qu'il y en a deux dans l'homme, dans les animaux à quatre pieds, & dans les oiseaux; parce que la cloison, qui est entre ces ventricules, les sépare entierement. On ne peut pas donner aux cavités du cœur de la Tortue

tue

tue le nom de ventricule droit, & de ventricule gauche, en attachant à ces deux mots les idées ordinaires; parce que d'un côté, si on les regarde par rapport aux oreillettes, & au cours du sang veineux, l'une pourroit être à la vérité appellée ventricule droit, & l'autre ventricule gauche; mais si on les regarde par rapport à la naissance des arteres, la même cavité qu'on appelle ventricule droit devroit être nommée aussi ventricule gauche, puisqu'elle donne naissance aux deux arteres qui tiennent lieu d'aorte: ce qu'on appelle ventricule gauche n'auroit donc point d'arteres, & ce qu'on nomme troisiéme ventricule n'auroit point d'oreillettes ni de veines, ce qui est contraire à la conformation du cœur de l'homme, & de la plupart des animaux.

La seconde difference regarde la circulation du sang dans les cavités du cœur; car dans l'homme, dans les animaux à quatre pieds, & dans les oiseaux, tout le sang qui est rapporté par la veine cave, passe par le ventricule droit, & de là dans l'artere du poûmon; & tout celui qui revient du poûmon rentre dans le ventricule gauche, & de là dans les deux arteres qui tiennent lieu d'aorte.

Mais dans la Tortue le sang qui est rapporté de toutes les parties du corps, à l'exception du poûmon, entre dans l'oreillette droite par le grand résevoir, qui en se resserrant par l'action des fibres charnues, dont il est tapissé en dedans, le pousse encore dans l'oreillette; & comme la valvule, qui est à l'embouchure de cette oreillette dans le cœur,

eſt diſpoſée de maniere que le ſang qu'elle pouſſe, en ſe reſſerrant, coule de gauche à droit, il eſt conſtant que toutes les fois que cette oreillette ſe vuide, elle remplit non ſeulement la premiere cavité, mais encore la troiſieme, qui n'en eſt qu'une continuation.

Il y a deux valvules en forme de paupieres, à l'embouchure de ce réſervoir, qui dans la contraction de l'oreillette ſe joignent, & fermant exactement cette ouverture, empêchent que le ſang, dont l'oreillette eſt remplie, ne reflue dans ce réſervoir: ce qui l'oblige à couler entierement dans le ventricule du cœur.

L'on trouve dans les oiſeaux de ſemblables valvules à l'embouchure de la veine cave dans l'oreillette; & dans les animaux à quatre pieds, à la place des valvules, on voit entre les deux veines caves, & au dedans de leur embouchure, certains rebords formés par des trouſſeaux de fibres charnues, qui ſe dévelopent de telle maniere autour de ces vaiſſeaux, qu'ils y forment comme autant de ſphincters, puiſqu'ils embraſſent non ſeulement l'entre-deux des veines caves, mais encore leur embouchure, & qu'ils ne peuvent ſe raccourcir, ſans lier, pour ainſi dire, ces deux veines à leur entrée dans l'oreillette. Dans l'homme, ces rebords ſont moins marqués.

On voit par-là que ces ſphincters & ces ſoûpapes ont le même uſage: car comme ces ſoûpapes permettent au ſang d'entrer du réſervoir dans l'oreillette, & en empêchent le re-

retour; de même ces ſphincters étant relâchés, permettent au ſang des veines de remplir l'oreillette; mais lorſqu'ils ſe reſſerrent, ils ferment les ouvertures de ces vaiſſeaux, & empêchent le retour du ſang.

Le ſang, qui eſt rapporté par la veine du poûmon, remplit l'oreillette gauche. Dans les petites Tortues & dans les oiſeaux, il y a une valvule charnue à l'embouchure de cette veine, qui empêche le retour du ſang: & enſuite l'oreillette gauche, en ſe reſſerrant, ne tend qu'à remplir la ſeconde cavité, à cauſe de la valvule tournée de droit à gauche, qui eſt à ſon embouchure.

Par la compreſſion du cœur, tout le ſang contenu dans la ſeconde cavité eſt forcé de rentrer dans la premiere, cette cavité n'ayant point d'arteres, par où il puiſſe ſe décharger. Au même tems que le cœur, en ſe reſſerrant, pouſſe le ſang de la ſeconde cavité dans la premiere, il pouſſe auſſi dans le principal tronc de l'aorte, & la branche gauche de l'aorte deſcendante, le ſang qui étoit contenu dans cette premiere cavité, pour le diſtribuer dans toutes les parties. Enfin dans le tems que la premiere cavité ſe vuide, le ſang de la troiſieme cavité eſt auſſi pouſſé dans l'artere, qui va aux poûmons, & qui ſe diſtribue dans toute leur ſubſtance. On voit par-là, que ces trois cavités ſe vuident en même tems, & qu'elles concourent enſemble à pouſſer le ſang dans les arteres.

L'anneau ou ſphincter, qui ſe trouve à la naiſſance de l'aorte dans la petite Tortue, en ſe reſſerrant immédiatement après la contrac-

traction du cœur, donne lieu de croire, que son principal usage est d'accélérer & d'augmenter le mouvement du sang vers les extrémités.

Dans les Grenouilles & dans plusieurs poissons, cet anneau circulaire occupe une partie considerable de l'aorte; ce qui fait juger, que par sa contraction il pousse encore avec plus de force le sang vers toutes les parties du corps; & il semble que les soûpapes, qui se trouvent en plus grand nombre dans cette partie de l'aorte, soient destinées à en empêcher le reflux.

La troisieme difference se trouve dans la maniere, dont le sang se mêle dans les cavités du cœur. Dans l'homme tout le sang, qui est privé de ses parties actives, entre dans le ventricule droit, pour être porté de là dans le poûmon, où il doit recevoir toutes les préparations nécessaires pour animer & vivifier les parties, & il est porté ensuite dans le ventricule gauche, & dans l'aorte, qui le distribue par tout le corps.

Dans la Tortue, à chaque circulation, un peu plus du tiers du sang passe dans le poûmon, où il reçoit toutes les préparations nécessaires à ses usages; & le sang, qui y coule, est principalement celui qui est renfermé dans la troisieme cavité, & qui est presque purement veineux: l'autre portion du sang des veines, qui est dans la premiere cavité, se mêle avec celui de la seconde cavité, le même qui est revenu du poûmon, & par ce mêlange il est peu à peu imprégné des parties actives, dont le premier s'étoit chargé

gé dans le poûmon, autant qu'il est nécessaire pour les besoins de l'animal; ainsi tout le sang, qui revient des poûmons, se mêle dans les cavités du cœur de la Tortue avec celui des veines: mais dans le ventricule du cœur de l'homme, il ne se fait point de semblable mêlange; & tout le sang, qui revient du poûmon, passe du ventricule gauche dans l'aorte.

Faisons encore ici quelques réflexions, pour mieux faire sentir les differences qui se rencontrent entre le cœur de la Tortue, & celui des autres animaux dont nous avons parlé.

Trois choses établissent particulierement cette difference: la premiere est la communication, qui est entre ces cavités: la deuxieme est, que l'aorte prend son origine de la cavité droite: & la troisieme est, que la gauche n'a point d'arteres.

Pour bien découvrir la raison de cette difference, il faut remarquer que le corps de l'homme, & des animaux dont nous avons parlé, souffre une dissipation & une perte de substance très considerable par toutes les fonctions qui se font pendant la veille, & par le mouvement rapide du sang & des esprits; & cette perte ne peut être suffisamment reparée, que tout le sang, déchargé par les deux veines caves dans le ventricule droit, ne circule par les poûmons, pour aller se rendre dans le ventricule gauche, & de là dans l'aorte; parce que c'est dans les poûmons que l'air communique au sang des parties si actives & si pénétrantes, que sa cha-

leur, sa fluidité, & sa fermentation en dépendent; c'est par ce mêlange qu'il est rendu propre à la nourriture, & qu'il peut, en circulant dans le cerveau, lui fournir ces parties vives & subtiles, qu'on nomme les esprits animaux, & servir enfin à tous les autres usages.

Il ne faut donc pas s'étonner, si l'homme (qui a besoin d'une nourriture très abondante, & d'une quantité prodigieuse d'esprits, pour fournir à tant de sensations si differentes, & à tous les mouvemens de la veille, qui sont si violens & d'une si longue durée) a aussi besoin que tout le sang fourni par l'une & par l'autre veine cave, circule par le poûmon; mais il suffit à l'égard de la Tortue, qui passe tout l'Hyver dans le repos & dans une espece d'engourdissement, qui peut même vivre plusieurs mois durant les plus grandes chaleurs de l'Eté, enfermée dans un vaisseau, sans prendre aucune nourriture, qui n'a que des mouvemens fort lents, & des battemens de cœur peu fréquens, & qui ne transpire presque point: il suffit, dis-je, que le tiers du sang, qui sort du cœur, soit porté dans le poûmon, pour y recevoir les préparations nécessaires à la vie de l'animal, & que cette portion de sang se remêle avec celui qui doit être poussé par l'aorte dans toutes les parties du corps. Dans les Grenouilles les deux veines du poûmon se déchargent dans l'oreillette: dans les Salamandres elles se vuident dans la veine cave inférieure près de son embouchure dans le cœur: ainsi dans tous ces animaux le mêlange

ge ſe fait, avant que le ſang entre dans le cœur; mais dans les Tortues, dans les Serpens, & dans les Viperes, les deux veines du poûmon ſe vuident dans la ſeconde cavité, ainſi ce mêlange ſe fait dans le cœur. On peut donc dire qu'il a fallu que ces cavités euſſent une communication, afin que le ſang, qui revient des poûmons, ſe mêlât avec celui des veines; & l'aorte a dû prendre ſa naiſſance de la premiere cavité, qui eſt le lieu où ſe fait ce mêlange; parce qu'elle doit diſtribuer le ſang impregné de ces parties actives à tout le corps. Quoique les Poiſſons ayent beaucoup de rapport avec ces animaux, cependant la circulation s'y fait d'une maniere differente, puiſque le ſang qui ſort du cœur à chaque battement, ſe diſtribue dans les ouïes par un nombre infini de petites arteres qui couvrent les ſurfaces de toutes les lames dont-elles ſont compoſées, & que les veines qui rapportent ce ſang, le diſtribuent à toutes les parties, à la maniere des arteres. La raiſon de cette difference eſt que la petite quantité d'air qui eſt engagée entre les parties de l'eau & qui ne s'en ſépare que difficilement & par la compreſſion qu'elle reçoit entre les lames des ouïes, doit s'appliquer à une plus grande ſuperficie de ſang, pour fournir ſuffiſamment ces particules actives aux beſoins de ces animaux. On examinera plus au long dans un autre Mémoire la circulation du ſang dans les Poiſſons, en parlant de leur reſpiration.

Il ne reſte plus qu'à voir pourquoi dans la

Tortue l'aorte est composée comme de deux troncs.

Quoique les trois cavités du cœur de la Tortue doivent être considerées comme un seul ventricule, cependant il y a lieu de croire que tout le sang, qui y est apporté par la veine cave & la veine du poûmon, n'y est pas exactement mêlé: les especes de cloisons, qui distinguent ces cavités, en empêchent le parfait mélange; & le sang, qui vient du poûmon, se vuidant par la contraction du cœur dans la cavité d'où les aortes prennent leur naissance, est vraisemblablement déterminé à remplir ces vaisseaux, & sur-tout le principal tronc de l'aorte, dont l'ouverture est la plus large, & la plus exposée à la direction de ce sang vivifié; aussi voit-on que c'est elle qui le fournit à la tête, & aux autres parties supérieures, où il est besoin d'une plus grande abondance de parties actives. Mais l'artere du poûmon prenant sa naissance de la troisieme cavité, qui n'a pu être remplie que du sang de la premiere cavité qui est presque tout veineux, ne porte dans ce viscere qu'un sang dépouillé des parties actives, dont il s'y doit impregner.

III. PARTIE.

Critique du nouveau Systême.

On trouvera notre description du cœur de la Tortue un peu differente de celle que l'Auteur du nouveau Systême en a donnée au

au Public ; & il ne conviendra pas avec nous des usages que nous attribuons aux parties que nous avons trouvées dans le cœur de cet animal ; mais à l'égard de la structure, il n'y est question que des faits appuyés sur la dissection exacte que nous en avons faite ; & pour les usages, nous les établirons encore plus précisément, en examinant le nouveau Systême.

Pour le faire de manicre qu'on ne puisse pas dire que j'en impose à son Auteur, ou sur les faits qu'il avance, ou sur les conséquences qu'il en tire, je suivrai l'examen de son Systême tel qu'il l'a fait inserer lui-même dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de l'année 1692, en ces termes.

Premierement, il a remarqué que *dans le cœur de cet animal il y a trois ventricules, l'un à droit, l'autre à gauche, & le troisieme au milieu de la base du cœur, mais plus en devant que les deux autres.*

Secondement, que le ventricule droit du cœur est séparé du gauche par une cloison charnue & spongieuse, au milieu de laquelle il y a un trou ovale, semblable à celui qui se trouve dans le Fœtus entre la veine cave & la veine du poumon. Qu'à l'embouchure de ce trou il y a deux valvules, l'une du côté du ventricule droit, l'autre du côté du ventricule gauche ; mais elles n'empêchent point que les deux ventricules ne communiquent ensemble.

Troisiemement, que le ventricule droit a encore communication avec celui du milieu par un autre trou de quatre lignes de diametre. Il reçoit aussi la veine cave, & il donne naissance à l'aorte,

te, & à une artere, qui tient lieu de canal de communication, que l'on trouve dans le Fœtus entre l'aorte descendante & l'artere du poûmon; mais dans la Tortue cette artere de communication ne se réunit à l'aorte que dans le ventre.

Quatriemement, que le ventricule du milieu ne reçoit aucune veine, & il donne seulement naissance à l'artere du poûmon: au contraire, le ventricule gauche reçoit la veine du poûmon, & ne donne naissance à aucune artere.

Cinquiemement, qu'ainsi le ventricule gauche du cœur n'a aucune artere, qui puisse emporter le sang qu'il reçoit de la veine du poûmon; & par conséquent il faut nécessairement que le sang qui est conduit par cette veine dans le ventricule gauche du cœur, passe par le trou ovale dans le ventricule droit, malgré les deux valvules qui sont à son embouchure.

Sixiemement, qu'il y a donc lieu de croire que dans le Fœtus une partie du sang, qui vient au ventricule gauche du cœur par la veine du poûmon, se rend aussi dans la veine cave par le trou ovale, nonobstant la valvule qui est à l'entrée de ce trou, pour passer dans le ventricule droit du cœur, sans entrer dans le ventricule gauche. Car puisque le trou ovale de la Tortue n'est different de celui du Fœtus que par sa situation, & qu'il répond directement à la veine du poûmon dans l'un & dans l'autre, il y a toute sorte d'apparence qu'il a le même usage dans le Fœtus que dans la Tortue.

* Cet Auteur prétend donc que le chemin, qui fait la communication de la seconde cavité du cœur de la Tortue avec la premie-

re,

* Dans le premier & le dernier Article.

re, peut tenir lieu du trou ovale du Fœtus; & que l'aorte que nous appellons descendante, peut tenir lieu du canal arteriel.

* A l'égard de la premiere conformité prétendue, il est évident:

1°. Que la situation & la structure de ces deux ouvertures sont très differentes, puisque celle du cœur de la Tortue que l'on prend pour le trou ovale est au dedans du cœur, & n'est en effet qu'un défaut de la cloison, qui sépare les deux premieres cavités; au-lieu que le trou ovale du Fœtus est entierement hors du cœur, & placé à l'embouchure de la veine cave inférieure sur le côté droit du tronc de la veine du poûmon.

2°. Le trou ovale du Fœtus est disposé de telle maniere qu'il a une valvule qui sert à l'ouvrir, & à le fermer. Or cela ne se trouve point dans le chemin de communication de la Tortue, car les deux valvules qui sont au-dessus ne servent pas à ouvrir & à fermer ce chemin, mais elles sont uniquement destinées à laisser passer le sang des oreillettes dans le cœur, & à en empêcher le retour, puisque ces soupapes abaissées laissent toujours entre elles & la cloison un passage d'une cavité à l'autre.

L'usage du trou ovale du Fœtus & celui du trou du cœur de la Tortue est aussi très different.

Le trou ovale du Fœtus donne passage à la meilleure partie du sang de la veine cave inférieure au tronc de la veine du poûmon, &

* Dans le second & le dernier Article.

& par-là non seulement il décharge les poûmons, mais encore il fait passer le sang de la mere dans le ventricule gauche du cœur du Fœtus, pour animer & vivifier celui qui revient du poûmon, & du reste du corps, où faute de respiration il n'a pu se charger des parties actives que l'air lui doit fournir.

L'ouverture de communication du cœur de la Tortue sert à laisser passer le sang de la seconde cavité dans la premiere, & bien loin de décharger les poumons, elle contribue au contraire à les remplir davantage, car plus il passe de sang dans la premiere cavité, plus il en entre dans la troisieme, qui n'en est qu'une continuation; & comme l'artere du poûmon en prend naissance, elle en reçoit par conséquent davantage.

3°. Dans le Fœtus ce n'est point le sang revenant du poûmon, qui anime & qui vivifie tout le reste de la masse; c'est uniquement celui de la mere, qui passe par le trou ovale.

Dans la Tortue au contraire, le sang qui passe par l'ouverture de communication qu'on a voulu nommer trou ovale, revient des poûmons dans le cœur, & sert à vivifier tout le reste de la masse.

Cet Auteur prétend que l'un & l'autre de ces trous répondent directement à la veine du poumon*; mais l'expérience fait voir que dans la Tortue ce trou fait bien la communication de la deuxieme cavité & de la premiere, mais qu'il ne peut avoir aucun rapport à la

* Voyez la fin du dernier Article.

la veine du poûmon, que par le moyen de l'oreillette gauche: cependant la soupape qui est à son entrée, ne permet pas que rien de ce qui est une fois tombé dans la seconde cavité, repasse dans cette oreillette.

Il a voulu donner une preuve plus convainquante des rapports qu'il prétend y avoir entre les usages de ces deux trous, * en disant que la cavité gauche du cœur de la Tortue n'a aucune artere, qui puisse rapporter le sang qu'elle reçoit de la veine du poûmon, & que par conséquent il faut nécessairement que celui qui est conduit par une veine dans la cavité gauche, passe par le trou de communication; & nous en demeurons d'accord: mais que ce soit malgré les deux valvules qu'on prétend être à son embouchure, il n'y a pas d'apparence, puisqu'elles sont alors soulevées, autant qu'elles le peuvent être par le sang, que le cœur pousse de bas en haut, & qu'il exprime dans les arteres; & qu'ainsi elles laissent le passage libre: au-lieu que la soupape du trou ovale du Fœtus permet bien au sang de passer facilement de la veine cave inférieure dans la veine du poumon, mais elle l'empêche absolument de revenir.

Il reste à présent à examiner, si dans la Tortue la branche gauche de l'aorte, que j'appelle descendante, peut servir au même usage que le canal arteriel du Fœtus.

On prétend qu'elle n'en est differente que parce qu'elle ne se réunit à la branche droite de l'aorte que dans le ventre: mais il est aisé de-

* Voyez le 5. Article.

de faire voir que la ſtructure & l'uſage du canal arteriel du Fœtus ſont entierement differens de ceux de cette artere.

Car 1°. Dans le Fœtus le canal arteriel tire ſon origine de l'artere du poûmon, & s'ouvre dans l'aorte deſcendante.

Dans la Tortue ce prétendu canal de communication ſort de la premiere cavité du cœur, & n'a aucune communication, ni avec le tronc ni avec les branches de l'artere du poûmon.

2°. Le canal arteriel du Fœtus ſert à décharger les poûmons, en faiſant paſſer la meilleure partie du ſang de l'artere du poûmon dans l'aorte deſcendante.

La branche gauche de l'aorte qu'on veut comparer à ce canal, reçoit le ſang qu'elle contient de la premiere cavité du cœur, & elle le diſtribue principalement aux parties deſtinées à la nourriture; ce qui ne contribue par conſéquent en rien à décharger les poûmons. Il faut donc conſiderer les deux branches de l'aorte deſcendante de la Tortue, comme deux rivieres qui ſortent de la même ſource, & dont la gauche après avoir fourni du ſang aux parties de la nourriture, s'unit à la branche droite, pour ne faire plus qu'un ſeul canal, qui la diſtribue auſſi aux parties du bas-ventre. Toute la reſſemblance eſt donc fondée ſur la communication qui eſt entre ces deux branches, mais elle n'eſt d'aucune utilité pour établir cette comparaiſon. Enfin cette branche de communication ſe trouve dans les Grenouilles, dans les Salamandres, & dans pluſieurs autres animaux, dont le cœur n'a qu'un ventricule, & qu'une

qu'une aorte ; & à l'égard desquels par conséquent on ne doit pas faire cette comparaison.

Il est difficile de comprendre qu'un Anatomiste éclairé, qui a prétendu nous donner une description exacte du cœur de la Tortue sur laquelle il vouloit fonder ce Systême, ait pu oublier de faire mention de ces oreillettes, qu'il ait cru ou voulu faire croire que les valvules qui sont à leur embouchure fussent placées inutilement au trou de communication, l'une du côté du ventricule droit, & l'autre du côté du ventricule gauche, & qu'elles n'empêchassent pas la communication réciproque des deux ventricules.

Il est pourtant constant que ces valvules n'ont aucun rapport à ce trou ni aux cavités du cœur, ainsi il ne faut pas être surpris qu'elles n'empêchent pas le sang de passer d'une cavité à l'autre ; mais au tems de la contraction du cœur ces valvules étant soulevées, elles ferment exactement au même sang l'entrée dans les oreillettes.

Pour donner dans le sentiment de l'Auteur du Systême, il faudroit avoir mauvaise opinion de la Nature, & croire que contre toutes les règles de sa sage œconomie elle a fabriqué deux valvules inutiles, & qui ne font nulle fonction dans l'endroit où elle les a placées ; mais comment se feroit-elle oubliée en cette occasion, elle qui se sert de ces petites machines en tant de manieres, & qui par leur moyen facilite avec tant d'avantage la distribution des liqueurs dans le corps des animaux ?

Cette premiere erreur sur l'inutilité des deux

deux valvules a jetté Mr. M. dans une autre: il a raisonné de la valvule du trou ovale comme des deux valvules du trou de la Tortue, & après s'être persuadé que les unes pouvoient être forcées, il n'a pas fait difficulté de supposer que l'autre le pouvoit être aussi; conséquence aussi fausse que le principe d'où il l'a tirée: car enfin il est évident que les valvules des oreillettes du cœur de la Tortue, qui laissent au sang l'entrée libre dans le cœur, empêchent son retour; comme il est constant que la valvule du trou ovale du Fœtus est située d'une maniere à donner libre passage au sang de la veine cave dans l'oreillette gauche du cœur, & à le lui fermer au retour.

Ce qui a été pour l'Auteur du Système une troisiéme source d'erreur, c'est l'équivoque qu'il a faite lorsqu'il a donné le nom de ventricules aux cavités du cœur de la Tortue, que j'ai cru ne devoir distinguer que par les noms de premiere, seconde & troisieme cavité; mais puisqu'il demeure d'accord que ces prétendus ventricules communiquent entre eux, il n'a dû les regarder que comme un seul, & non pas en raisonner comme de trois ventricules differens, aussi distincts & séparés entre eux que le sont les deux du cœur de l'homme. Ces trois cavités du cœur de la Tortue ne sont en effet qu'un seul ventricule, peu different de celui du cœur des Poissons & des Grenouilles; & les trois arteres qui répondent à ces trois cavités n'ont ensemble dans la Tortue que la même fonction qu'a l'aorte du cœur dans ces autres animaux, qui est de distribuer le sang en même

tems

tems & au poûmon, & à toutes les autres parties du corps.

Pour se former une idée distincte de ce Fait, il n'y a qu'à considerer que le cœur de la Tortue est à cet animal, ce qu'est à l'homme le ventricule gauche: il y a cette difference, qu'au-lieu que dans l'homme le sang du ventricule gauche se distribue à toutes les parties du corps, à la réserve du poûmon; dans la Tortue les veines caves & les veines du poûmon se déchargent dans cet unique ventricule, & le sang s'y étant mêlé se distribue par l'aorte dans les poûmons, & dans toutes les autres parties du corps de l'animal. Je dis par l'aorte, parce que nous devons regarder les trois arteres qui sortent du cœur de la Tortue, comme si elles n'en faisoient qu'une, puisqu'elles sortent de la même source, c'est-à-dire du même ventricule: & comme dans les Grenouilles, les Salamandres, &c. les arteres des poûmons sont des branches de l'aorte; il en est à peu près de même dans les Tortues, avec cette difference, que dans la Tortue & dans la Vipere cette artere puise son sang immédiatement dans le cœur, & que dans les Grenouilles elle le puise dans l'aorte. Pour n'être pas embarassé par l'idée des cavités du cœur de la Tortue, & des trois arteres qui en sortent, on peut repasser sur tout ce que j'ai déja expliqué touchant les usages de ces parties dans la Tortue.

Il est facile de voir par tout ce que nous venons de dire, que l'Auteur du Systême se fatigue bien inutilement pour trouver dans

le

le cœur de ces animaux un trou ovale & un canal de communication. Il s'en seroit épargné la peine, s'il avoit voulu considerer que ces conduits ne sont nécessaires qu'au Fœtus humain, & à ceux des animaux dont le cœur a du rapport à celui de l'homme. Il auroit vu la difference qu'il y a de la circulation qui se fait dans le Fœtus à celle qui se fait dans la Tortue, & qu'il n'y avoit nulle comparaison à faire entre deux manieres de circuler si opposées. Dans l'homme, le sang rapporté par l'une & l'autre veine cave est obligé de circuler tout entier par le poûmon, comme nous l'avons fait voir; & c'est une des raisons pour lesquelles le cœur de l'homme a dû avoir deux ventricules, & les poûmons être placés entre deux.

Mais à l'égard du Fœtus humain qui ne respire point tant qu'il est dans le sein de la mere, si le sang fourni par les deux veines caves alloit circuler par le poûmon, il l'exposeroit à des accidens mortels; il a donc fallu que la Nature pourvût à la décharge des poûmons par des routes particulieres, & c'est ce qu'elle a fait au moyen du trou ovale, & du canal arteriel. Elle n'a pas eu besoin de ces précautions dans les Tortues & dans les Viperes, soit devant, soit après leur naissance, parce que tout le sang, rapporté par les veines caves de ces animaux, ne circule pas par les poûmons: la petite portion de sang qui suffit à ces parties, leur est portée par quelques branches de l'aorte, qui fournit le sang à tout le corps. La Nature auroit donc inutilement pourvu les Tortues, les Vipe-

res

res & les Grenouilles de canaux de décharge pour les poûmons.

Si l'Auteur du Systême avoit voulu recourir en cette occasion à la méthode qui a tant contribué à éclaircir la structure & l'usage des parties du corps de l'homme, je veux dire à l'Anatomie comparée; s'il s'étoit donné la peine d'examiner le cœur & les parties de la respiration dans les Grenouilles, dans les Viperes, & dans les Poissons, je suis sûr qu'il ne se seroit pas pu tromper sur le véritable usage du trou ovale du Fœtus.

Il auroit vu dans tous ces animaux que la partie du sang impregné des particules actives de l'air, se remêle incessamment avec le sang qui entre dans le cœur, ou qui y est déja entré, pour l'animer & le vivifier; & qu'étant ainsi mêlé, il est distribué ensuite par l'aorte dans toutes les parties du corps.

Le temperament du Fœtus dans le sein de la mere n'est gueres different de celui de ces animaux, parce que faute de respiration, son poux est lent & foible, sa chaleur douce & temperée, son sang mucilagineux de même que les autres liqueurs contenues dans ses vaisseaux: il a peu de mouvemens, peu de sensations, il est dans une espece de sommeil, dans un repos, où tout conspire à lui donner un prompt accroissement.

Dans cet état une petite quantité de parties actives d'air suffit à animer & vivifier son sang, de même que dans la Tortue & dans les autres animaux de ce genre; & comme il ne peut pas recevoir ces parties d'air par

sa propre respiration, il faut qu'il en emprunte de la respiration de la mere.

Ces parties actives d'air lui sont portées avec les sucs nourriciers qu'elle lui fournit: elles doivent par conséquent pénétrer & animer ce sang qui est porté dans le cœur, & qui doit être distribué sans cesse à toutes les parties.

C'est à quoi sont destinés le ventricule gauche & l'aorte. Il a donc fallu prolonger la veine ombilicale jusqu'à l'entrée de ce ventricule; ce qui s'est fait par le moyen du conduit veineux & du trou ovale.

L'Auteur du Systême convient que le prétendu trou ovale de la Tortue n'est fait que pour donner moyen au sang qui revient du poûmon, de prendre le chemin de l'aorte: pourquoi veut-il donc abandonner ce sentiment, quand il est question de la circulation du sang dans le Fœtus? Toute l'œconomie & la structure des parties du cœur & de la respiration l'invitoient à le suivre. Car enfin, y a-t-il lieu de douter que le sang qui revient du poûmon de la mere, & qui est contenu dans la veine ombilicale, ne doive aussi prendre le chemin de l'aorte par la voye la plus prompte & la plus courte, c'est-à-dire, par le conduit veineux & le trou ovale?

Je ne sai pas si l'Auteur du nouveau Systême se rendra à des raisons qui me paroissent si évidentes; mais je puis bien me promettre que tout le penchant qu'on a à se laisser prévenir pour les nouvelles découvertes, n'engagera personne à suivre son sentiment

sur-

ſur-tout quand on verra que pour l'établir il faut qu'il donne au trou de communication de la Tortue deux valvules qui ne lui appartiennent point; qu'il ôte au trou ovale du Fœtus la valvule qui lui appartient; qu'il ruïne entierement l'uſage de celles du cœur appellées triglochines, en ſoutenant que la force mouvante des oreillettes jointe à celle des ventricules contribue à pouſſer le ſang dans les arteres; qu'il détruiſe abſolument l'unique moyen que l'on a pour juger de la force d'un muſcle, en ſoutenant que le ventricule droit eſt auſſi fort que le ventricule gauche, quoiqu'il ſoit conſtant que les parois de ce dernier, pour être compoſées d'un beaucoup plus grand nombre de fibres, ſont beaucoup plus épaiſſes, & ont par conſéquent beaucoup plus de force.

Perſonne en un mot ne pourra convenir de la ſolidité d'un Syſtême qu'il faut appuyer ſans ceſſe ſur des principes ou faux, ou dont on tire de fauſſes conſéquences, parce que dans leur application on n'en compare point en même tems toutes les circonſtances; comme il arrive lorſqu'examinant les capacités des vaiſſeaux, on en tire des concluſions, ſans avoir égard ni aux forces, ni aux réſiſtances, & lorſqu'y ſuppoſant fauſſement égalité de forces ou de réſiſtances, on en tire des concluſions, ſans avoir égard à la capacité des vaiſſeaux. Mais tout ce détail appartient au Traité de la Circulation du ſang dans le Fœtus, que je me propoſe de donner inceſſamment au Public.

EXPLI-

EXPLICATION DES FIGURES DU COEUR DE LA TORTUE.

I. FIGURE.

ELle repréſente le cœur renfermé dans ſon pericarde, & elle ſert uniquement à faire voir la grande capacité du pericarde par rapport au volume du cœur. Tout ce qui paroît au travers ſera expliqué dans la figure ſuivante.

II. FIGURE.

Elle repréſente le cœur, ſes oreillettes, & ſes vaiſſeaux, dans leur grandeur naturelle ; & on y a joint une portion de la trachée artere & des branches par rapport aux arteres & aux veines du poûmon.

A. Le grand réſervoir formé par le concours des veines ſuivantes.

B. La veine cave inférieure.

C. L'axillaire droite.

D. La jugulaire du même côté.

E. Une veine qui rapporte le ſang de la partie gauche du foye.

F. L'axillaire gauche.

G. La jugulaire du même côté.

H. *H*. Deux veines qui ſortent des deux petits lobes mitoyens.

I. Le cœur.

K. L'oreillette droite.

L. La gauche.

M.

M. L'artere du poûmon.

N. La branche gauche de l'aorte descendante; derriere ces deux vaisseaux est caché celui que j'appelle tronc principal de l'aorte.

O. La crosse de la branche droite de l'aorte descendante.

P. La branche qui monte un peu avant qu'elle fasse crosse; elle se partage de chaque côté en deux autres qui sont,

Q. L'axillaire droite.

R. La carotide du même côté.

S. L'axillaire gauche.

T. La carotide du même côté.

b. b. Deux petites arteres qui sortent des carotides, & qui se distribuent à une glande qui occupe l'intervalle qu'elles laissent entre elles.

V. La branche droite de l'aorte descendante, qui après avoir fait crosse descend dans le bas-ventre pour s'unir à l'aorte du côté gauche.

X. La crosse gauche de l'aorte descendante.

Y. Le même vaisseau qui étant descendu au-dessous du ventricule jette

d. La branche qui sert de cœliaque.

e. Celle qui sert de mesenterique.

Z. L'endroit où les deux branches de l'aorte descendante se réunissent.

2. L'endroit où se partage l'artere du poûmon.

3. La crosse droite de ce vaisseau qui passe derriere les deux troncs de l'aorte, & qui est enfermée sous la crosse de l'aorte descendante.

4. Le

4. Le même vaiſſeau qui deſcend au côté extérieur de la bronche pour s'implanter en *e*. dans le poûmon.

5. La croſſe gauche de l'artere du poûmon placée ſous la branche gauche de l'aorte deſcendante.

6. Le même vaiſſeau qui deſcend au poûmon gauche.

7. 7. Les veines du poûmon qui remontent au côté intérieur des bronches.

III. Figure.

Elle repréſente le cœur d'une petite Tortue de terre, pour faire voir trois choſes qui ne ſe trouvent point dans celui de la grande Tortue. Les deux premieres ſont dans cette figure, & on en a mis une petite à côté qui contient la troiſieme particularité.

A. Le cœur.

B. *B*. Ses oreillettes.

C. *C*. Les arteres avec leurs croſſes.

D. Un anneau de fibres charnues qui embraſſe ces arteres à leur ſortie du cœur.

E. Un ligament qui part de la pointe du cœur, & qui l'atache au fond du pericarde.

F. Une petite glande placée entre les carotides.

La petite figure qui eſt à côté repréſente les deux oreillettes coupées de haut en bas, pour faire voir l'embouchure de chaque réſervoir avec leurs valvules.

A. Le cœur.

B. *B*. Les oreillettes ouvertes.

C. *C*. Les valvules qui ſont à l'embouchure du grand réſervoir.

D.

D. La valvule en forme de croissant, qui est à l'embouchure du petit réservoir, & laquelle est la troisième particularité contenue dans la petite Tortue de terre.

E. La Cloison qui sépare les oreillettes.

IV. FIGURE.

Elle représente les réservoirs, les veines qui les composent: Elle représente aussi les arteres, le tout vu par l'écaille de dessus, c'est-à-dire l'animal marchant.

A. L'oreillette droite.

B. La gauche.

C. Le grand réservoir.

D. La veine cave inférieure.

E. L'axillaire droite.

F. La veine qui rapporte le sang de la partie gauche du foye.

G. L'axillaire gauche.

H. L'endroit où le grand réservoir s'implante dans l'oreillette droite.

I. *I*. Les deux veines du poûmon.

K. Leur réservoir.

L. Le lieu où il s'implante dans l'oreillette gauche.

M. Le tronc principal de l'aorte qui n'a point paru dans les figures précédentes, qui représentent l'animal renversé, parce qu'il est alors caché par les deux autres arteres.

Le reste de la distribution de ces vaisseaux a été décrit dans la seconde figure.

V. FIGURE.

Elle représente encore le grand & le petit réservoir.

A. Le grand réservoir.

B. Son union avec l'oreillette droite.

C. L'embouchure du petit réservoir ouverte.

VI. FIGURE.

Elle représente le grand réservoir, à nud, & on n'y voit rien de nouveau que,

A. La forme de son embouchure, &

B. L'insertion de la veine coronaire.

VII. FIGURE.

Elle représente le même réservoir ouvert, pour faire voir les fibres charnues dont il est intérieurement tapissé.

VIII. FIGURE.

Elle représente le petit réservoir formé par le concours des veines du poûmon, & son embouchure.

IX. FIGURE.

Elle représente les trois arteres dont on a déja fait la description, coupées à la base du cœur pour faire voir leur naissance & leur liaison.

A. Le principal tronc de l'aorte.

B. La branche gauche de l'aorte descendante.

C. L'artere du poûmon.

X. FIGURE.

Elle représente le cœur renversé sur ses oreillettes, pour faire voir la distribution de la veine coronaire.

A. Le cœur.

B. *B*. Ses oreillettes.

C. Le tronc de la veine coronaire.

D. Son insertion dans le grand réservoir.

E. *E*. Ses ramifications.

XI. FIGURE.

Elle représente le cœur dont les trois arteres

res sont coupées à leur naissance, avec ses oreillettes gonflées; elle sert principalement à faire voir comme chaque oreillette en se rétrécissant fait une espece de canal qui s'abouche avec les cavités du cœur. Elle découvre aussi la naissance de l'artere coronaire.

A. Le cœur.

B. *B*. *B*. Ses trois arteres coupées.

C. *C*. Les oreillettes gonflées.

D. *D*. L'endroit où elles se rétrécissent, & où elles font canal.

E. La naissance de l'artere coronaire qui sort du principal tronc de l'aorte descendante immédiatement sur la base du cœur.

XII. FIGURE.

Elle représente le cœur dans la même vue, la trace des oreillettes, & l'ouverture de leurs insertions dans le cœur, avec la cloison qui est couchée, parce que se présentant de front, on ne la voit presque pas.

XIII. FIGURE.

Elle représente les oreillettes dont on a enlevé une partie pour faire voir leur tissu intérieur; la cloison qui les sépare, & la valvule qui est à l'embouchure du grand reservoir. Elle représente aussi le cœur dont on a enlevé trois pieces, l'une au côté droit, pour faire voir la troisieme cavité & son trou de communication avec la premiere; l'autre au côté gauche, pour découvrir la seconde cavité. On voit en même tems par ces deux coupes la differente épaisseur des parois de ces mêmes cavités. La troisieme piece est enlevée de la base du cœur pour dé-

découvrir autant qu'il est possible la situation des valvules des oreillettes, les fibres charnues qui les composent, & l'attache de leur cloison au milieu de ces valvules.

A. L'oreillette droite.

B. *B*. Les deux valvules en forme de paupieres qui sont à l'embouchure du grand réservoir. On les voit plus distinctement au dessus de cette figure, à l'endroit marqué *B B*.

C. La cloison qui sépare les oreillettes.

D. L'embouchure du petit réservoir.

E. Le cœur.

F. La troisieme cavité.

G. Son trou de communication avec la premiere.

H. La seconde cavité.

I. *I*. Les deux valvules des oreillettes: on les voit encore plus facilement à côté de cette figure sous les mêmes lettres.

XIV. FIGURE.

Elle représente la troisieme cavité du cœur, & l'artere du poûmon dont on a enlevé une moitié depuis sa naissance jusqu'à l'endroit de son partage.

A. Le cœur.

B. La troisieme cavité ouverte.

C. L'artere du poûmon qui s'abouche immédiatement dans cette cavité.

D. Une des deux soûpapes sigmoïdes qui sont à son embouchure. On les peut mieux voir aux figures 15 & 16 sous les mêmes lettres. Dans la quinzieme l'une de ces valvules est rangée à côté, & dans la seizieme elles sont toutes deux dans leur situation, & gonflées.

XVII.

XVII. FIGURE.

Elle repréſente le cœur vu par l'écaille de deſſus, & ouvert de telle maniere que l'on voit ſous ſa baſe les deux valvules qui ſont aux embouchures des oreillettes, & une petite partie de ces mêmes embouchures. On y découvre auſſi les orifices des deux troncs de l'aorte, & un peu à côté, & au-deſſus le trou de communication de la premiere cavité avec la troiſieme. On y voit enfin la premiere & la ſeconde cavité du cœur dans toute leur étendue, & le paſſage de communication de l'une à l'autre.

A. A. A. A. Les parois du cœur qui ont été ſéparées.

B. B. Les deux valvules des oreillettes.

C. C. Une partie de leurs embouchures qui paroît ſous ces valvules.

D. L'orifice du principal tronc de l'aorte.

E. Celui de la branche gauche de l'aorte deſcendante.

F. Le trou de communication de la premiere cavité avec la troiſieme, lequel eſt tout-à-fait ſur le côté droit.

G. La premiere cavité.

H. La ſeconde.

I. I. I. I. Les piliers de chair qui en s'élevant font une eſpece de cloiſon & qui ont été ſéparés de la partie du cœur qui eſt au-deſſus.

K. K. Le paſſage de communication.

L. Le Cartilage qui eſt attaché à l'embouchure des arteres. On l'a dépouillé d'une portion de la membrane qui le recouvre, & on n'en voit qu'une partie.

Au côté droit de cette figure, il y en a deux autres, dont l'une fait voir les deux valvules des oreillettes en particulier, marquées *B*. *B*. La ſeconde repréſente les mêmes valvules avec les embouchures des oreillettes & celles des deux aortes, comme auſſi le Cartilage en partie dépouillé & ſa membrane renverſée.

Comme l'impreſſion du Diſcours a précédé les deſſeins des figures, & qu'il a fallu s'accommoder aux renvois imprimés, on s'eſt vu quelquefois obligé de mettre le même chiffre pour marquer deux figures differentes, qui ne ſervent toutefois qu'à mieux faire connoitre les mêmes parties ſous differens aſpects.

I. FIGURE.

DE LA GRENOUILLE.

A. Le réſervoir.
B. La veine cave inférieure.
C. *C*. Les veines qui rapportent du foye.
D. *D*. Les axillaires.
E. La veine coronaire.
F. L'embouchure du réſervoir dans l'oreillette.

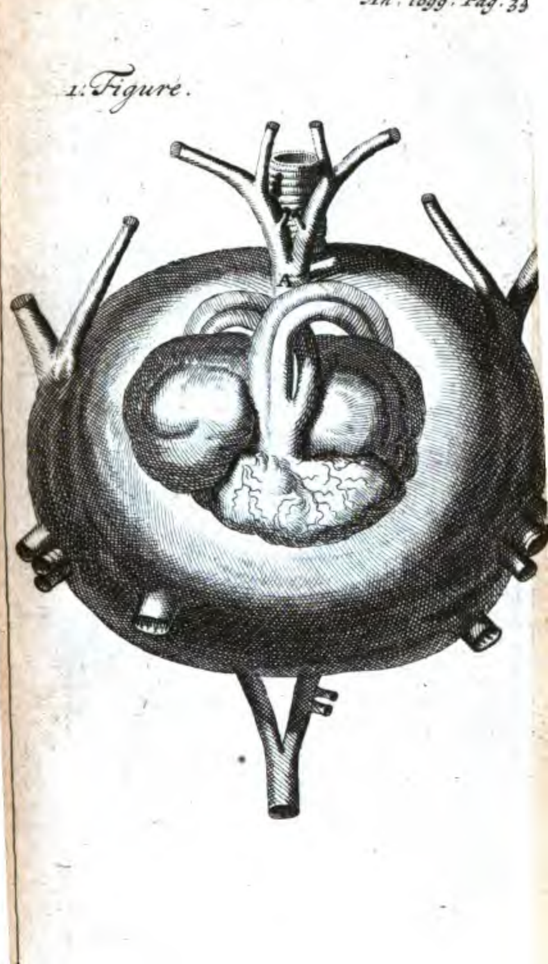
II. FIGURE.

Elle repréſente l'embouchure du réſervoir dans l'oreillette.

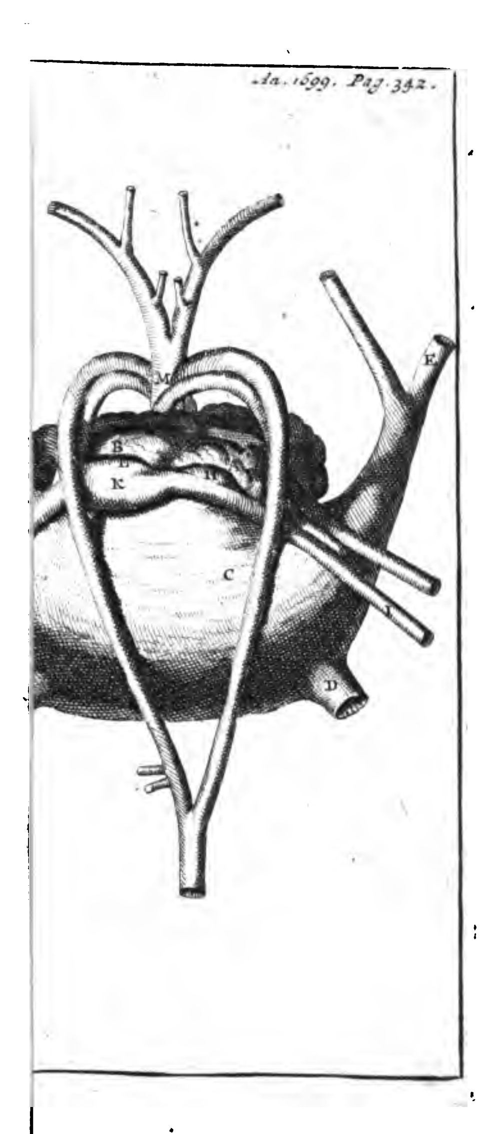
A. Le réſervoir.
B. Son embouchure.

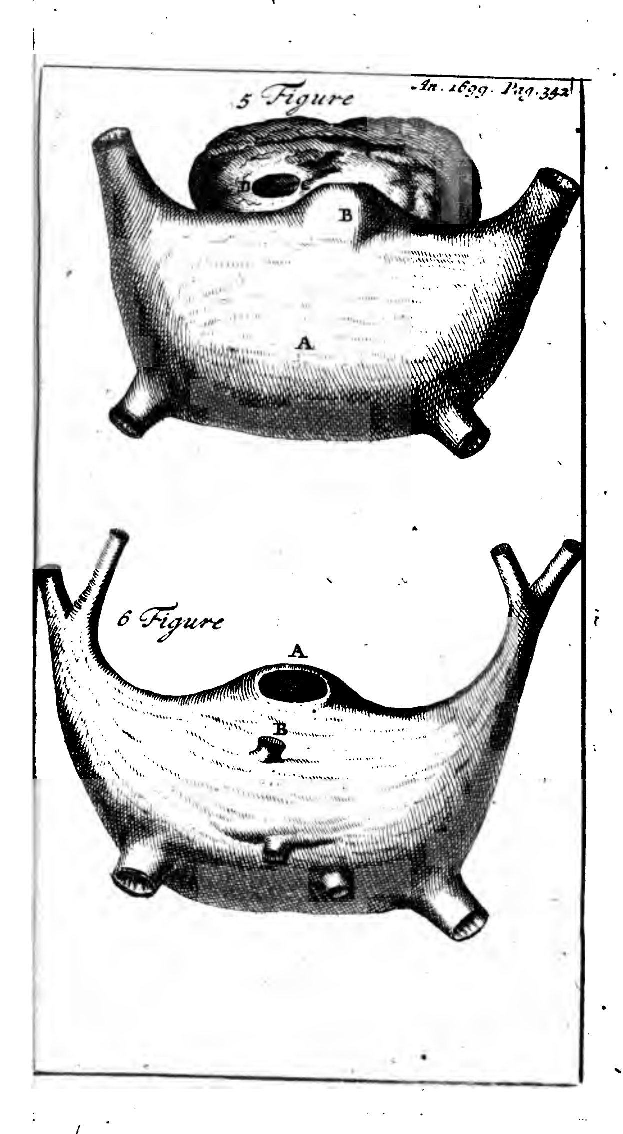
C. *C*.

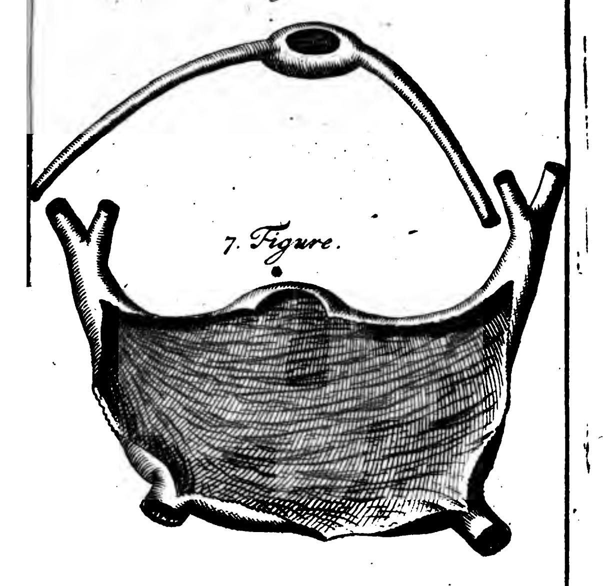
1. Figure.




1699. Pag. 342.
G
F
6
7
E
3. Fig.


M
B
E
K
H
C
F
I
D

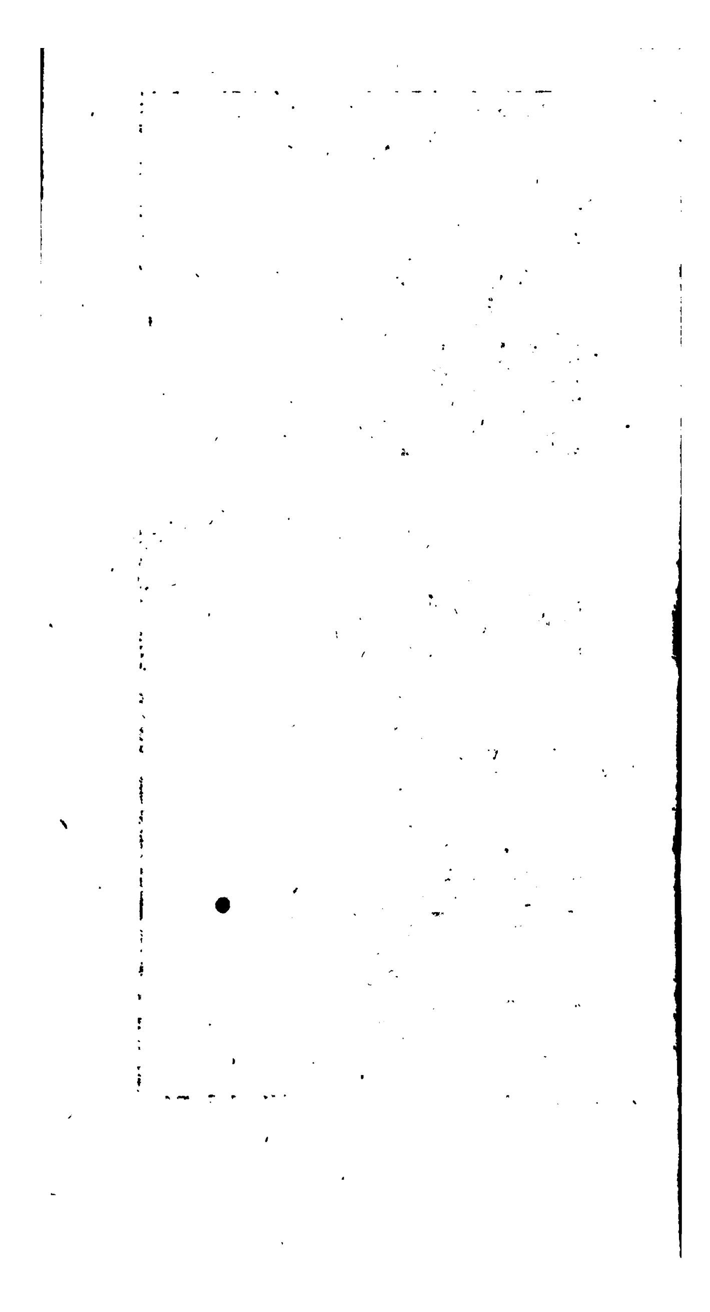

An. 1699. Pag. 342
5 Figure
D
C
B
A
6 Figure
A
B

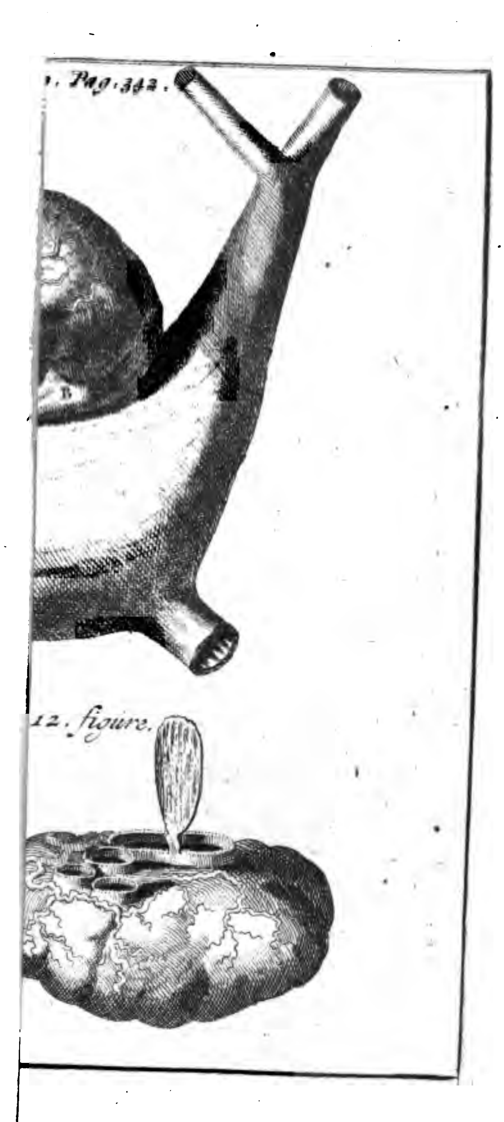

8. Figure
7. Figure.

9. Figure

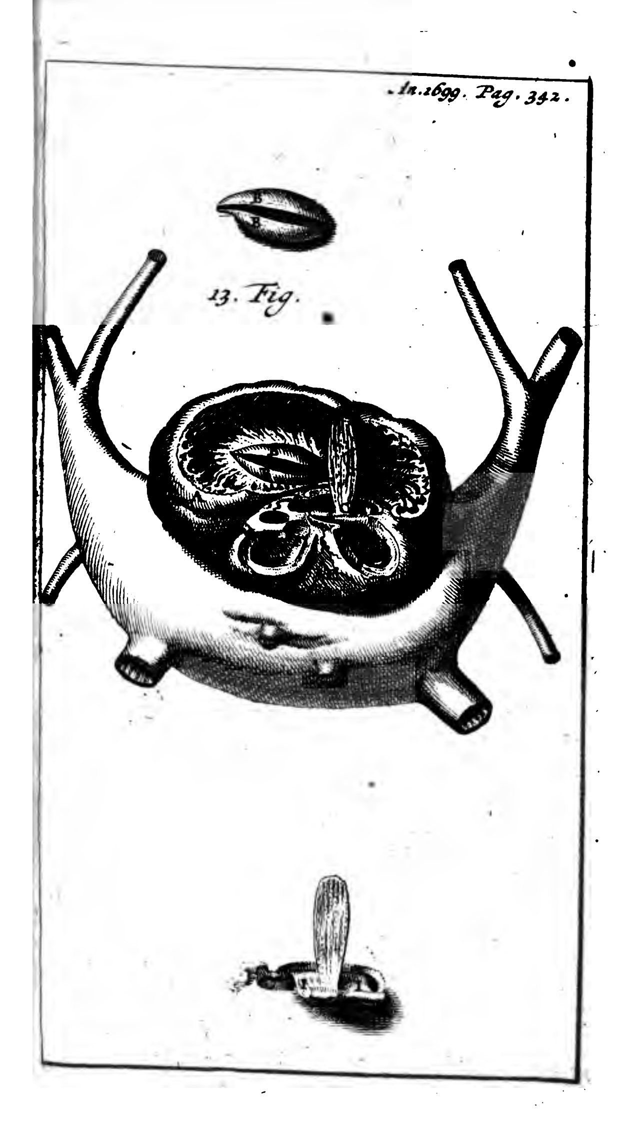
B C

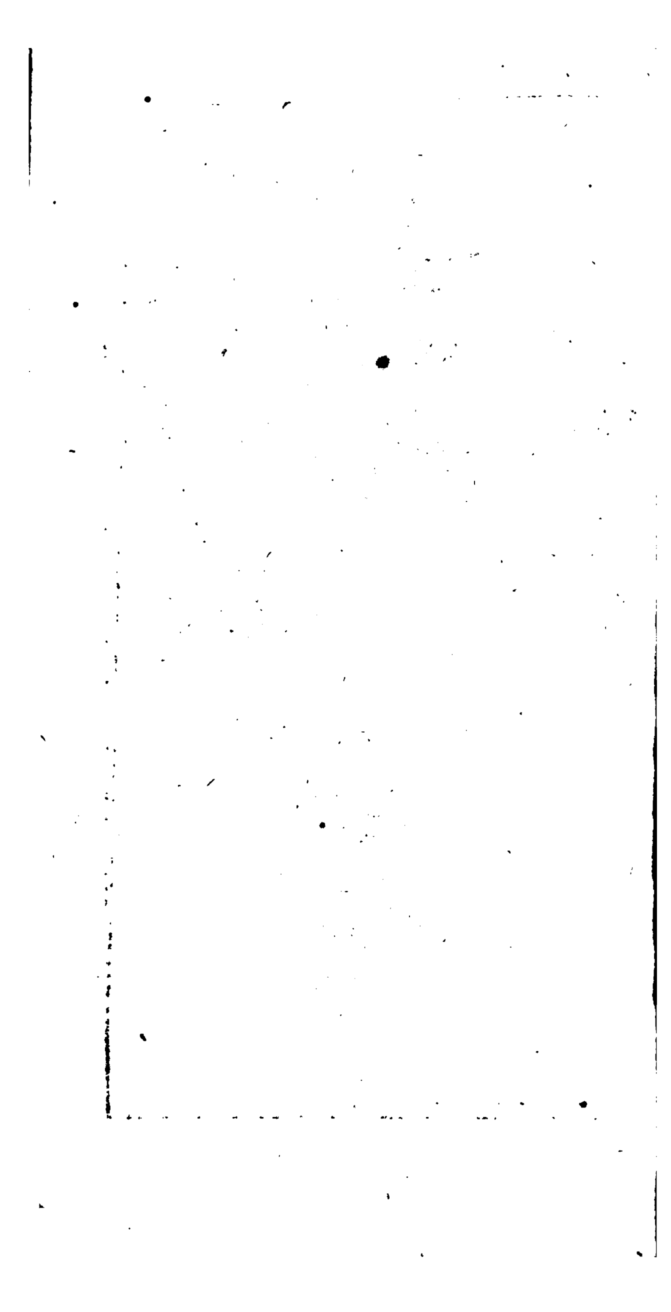
A

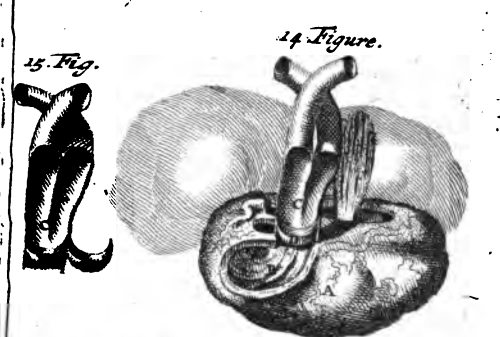




, Pag. 342.
B
12. figure.


13. Fig.











17. Fig.



C. C. Deux valvules en forme de paupieres.

III. FIGURE.

A. Le réſervoir vu du côté de l'épine.
B. B. Les veines du poûmon.
C. Leur tronc.
D. Son embouchure dans l'oreillette.
E. L'oreillette.

III. FIGURE.

Elle repréſente auſſi les mêmes parties vues du côté du ventre, avec l'oreillette dont une moitié eſt coupée de haut en bas.

A. Le réſervoir.
B. B. Les deux veines du poûmon.
C. L'embouchure du tronc de la veine du poûmon au-deſſus de la valvule ſupérieure du réſervoir.
D. D. La moitié de l'oreillette qui regarde l'épine.
E. E. Les deux valvules du réſervoir.

IV. FIGURE.

A. Le cœur ouvert.
B. B. Les deux valvules qui ſont à l'embouchure de l'oreillette.
C. L'oreillette ouverte.

V. FIGURE.

Elle repréſente le cœur, l'oreillette, ſon réſervoir, l'aorte avec ſes principales branches, les poûmons dont le droit eſt marqué par un trait très foible pour laiſſer voir les vaiſſeaux qui paſſent au-deſſous.

A. Le cœur.
B. Le réſervoir.
C. C. L'oreillette.
D. Le tronc de l'aorte.

E. E. Ses deux branches qui se distribuant également à droit & à gauche se subdivisent en trois autres.

F. La branche supérieure qui se partage en deux, dont l'extérieure fait la Carotide.

G. La Carotide.

L'intérieure va aux muscles qui sont sous la gorge.

H. L'intérieure.

I. La branche du milieu qui est la plus grosse. Elle jette en descendant trois branches considerables, dont la premiere marquée *K.* fait l'axillaire. La seconde marquée *L.* perçant sous l'aisselle les muscles du dos se partage en deux branches, dont la premiere marquée *M.* remonte & se distribue aux muscles qui couvrent l'épaule, & la tête. La seconde marquée *N.* descendant derriere les apophyses transverses des vertebres, jette à droit & à gauche des rameaux dont les uns vont aux muscles du dos & des lombes, & les autres entrant par les trous des vertebres, vont à la moelle de l'épine. Ainsi il faut corriger cet endroit dans la description où ces derniers vaisseaux ne sont pas décrits juste. La 3[e] marquée *O.* va à l'œsophage.

P. La rencontre des deux branches de l'aorte.

Q. L'artere qui tient lieu de cœliaque, & de mesenterique.

R. R. La troisieme branche de l'aorte. Elle se partage en deux autres. La plus petite marquée *R.* va se distribuer aux muscles de la tête. La plus grosse marquée *S.* est l'artere

tere du poûmon qui ſe partage en pluſieurs rameaux.

VI. FIGURE.

A. Le cœur.

E. Les fibres charnues de l'aorte.

VI. FIGURE.

A. L'aorte ouverte.

B. La lame cartilagineuſe qui eſt au milieu du canal.

C. *C*. Les valvules ſigmoïdes qui ſont à la naiſſance de l'aorte.

D. La valvule qui eſt à l'extrémité de la lame.

E. *E*. Deux autres valvules qui occupent le reſte du canal.

VII. FIGURE.

A. L'aorte ouverte.

B. *B*. Les fibres charnues circulaires.

C. *C*. *C*. *C*. Les quatre rangs de valvules avec les tubercules qui les ſoutiennent. On voit que celles du dernier rang ſont beaucoup plus grandes que les autres.

I. FIGURE.

DE LA VIPERE.

A. Le cœur, dont les veines ont été ôtées pour éviter la confuſion.

a. *a*. Les oreillettes.

C. L'aorte deſcendante

C. *C*. L'aorte aſcendante.

D. *D*. L'artere du poûmon.

E. Un rameau qui va à l'eſtomac, & qui vient de l'aorte deſcendante.

F. Réunion des deux aortes.

G. La carotide gauche.

H. La carotide droite.

I. Un rameau de l'aorte aſcendante qui va à l'épine.

K. *K*. Les branches qui vont au poûmon, dont la ſupérieure eſt la plus groſſe.

On voit au côté droit de cette figure le cœur & ſes oreillettes dégagés de tous les vaiſſeaux.

A. Le cœur.

B. *B*. Ses deux oreillettes.

II. FIGURE.

Elle repréſente le cœur un peu renverſé ſur le côté gauche.

A. La veine cave ſupérieure.

B. L'inférieure.

C. Leur union.

D. L'oreillette droite.

E. La gauche.

F. Le cœur.

III. FIGURE.

Elle repréſente le cœur renverſé ſur le côté droit, pour faire voir la veine cave ſupérieure gauche, & les veines du poûmon.

A. La veine cave ſupérieure droite.

B. L'inférieure.

C. L'oreillette gauche vue de côté.

D. La veine cave ſupérieure gauche.

3. Son embouchure dans la veine cave inférieure.

E. La veine de la partie ſupérieure du poûmon.

F.

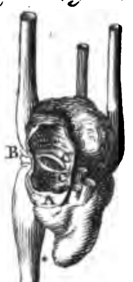
Fig. III.





III.

Fig. IV.



F. Celle de la partie inférieure.

G. Le tronc formé par leur rencontre, & son insertion dans l'oreillette gauche.

H. Le cœur.

IV. FIGURE.

A. L'oreillette droite ouverte.

B. La rencontre des deux veines caves du côté droit.

C. C. Les deux valvules qui sont à l'embouchure de cette veine dans l'oreillette.

I. FIGURE.

DE LA CARPE.

A. Le Pericarde.

B. L'ouverture par où sort l'aorte.

II. FIGURE.

A. A. Le réservoir.

B. B. Deux veines qui tiennent lieu de veines caves inférieures.

C. C. Les deux veines caves supérieures.

D. D. D. Les trois veines qui rapportent du foye.

E. Une veine qui rapporte une partie du sang des ouïes, & qui en rapporte aussi des parties voisines.

F. L'oreillette.

On voit à côté de cette figure les deux veines caves, & celles du foye réunies à quelque distance du réservoir.

III. FIGURE.

Elle représente l'oreillette coupée de haut

en bas, pour faire voir l'embouchure du réservoir.

A. Le réservoir.

B. L'oreillette coupée.

C. *C*. Les valvules en forme de paupieres.

IV. FIGURE.

Elle représente le cœur renversé sur le côté droit, pour faire voir la forme de l'oreillette.

A. L'oreillette.

B. Le cœur.

C. L'aorte dilatée.

V. FIGURE.

A. Le cœur.

B. *B*. Les deux valvules qui sont à l'embouchure de l'oreillette.

C. L'ouverture qui est entre ces valvules.

VI. FIGURE.

Elle représente le cœur renversé sur le côté gauche, pour mieux faire voir sa forme, & de quelle maniere l'aorte qui est fort dilatée à sa naissance porte sur sa base.

A. Le cœur.

B. La dilatation de l'aorte.

VII. FIGURE.

Elle représente un des arcs vu par-dessus, pour en faire voir la goutiere, & les deux parties qui le composent.

A. Premiere partie de l'arc.

B. Seconde partie.

C. La goutiere.

VIII. FIGURE.

Elle représente une des lames en particulier. On en parle ici avant que de parler des vais-

vaisseaux, parce qu'elles sont faites pour soutenir leurs ramifications.

A. La tige de la lame.

B. Les filets de la partie convexe. On voit qu'ils sont liés par une membrane très fine, mais que leurs extrémités ne sont pas jointes.

C. Ceux de la partie concave.

D. Le talon avec sa goutiere.

IX. FIGURE.

Elle représente deux lames vues de front, & garnies de leurs filets.

A. La lame qui fait le côté convexe du feuillet.

B. La lame qui fait le côté concave du même feuillet.

On voit par-là que les filets osseux sont plus longs dans le côté concave de la lame *A*. & plus courts dans le côté convexe de la lame *B*. De sorte que ces deux lames se regardent toujours par leurs filets les plus courts. C'est ce qui n'a point été assez expliqué dans la description, où l'on n'a parlé que des lames qui font le côté convexe du feuillet.

IX. FIGURE.

Elle représente les lames vues de côté, & écartées, pour faire voir la membrane qui les lie, & le cordon qui la termine.

A. *A*. *A*. La membrane qui lie les lames.

B. Le cordon qui la termine. On voit comment ce cordon forme autant de croissans qu'il y a d'intervalles entre les lames.

X. FIGURE.

Elle représente le canal formé par la rencontre de la goutiere avec les deux talons des lames.

XI. FIGURE.

Elle repréſente l'aorte ouverte, pour faire voir les colomnes charnues dont elle eſt garnie intérieurement ; ce qui fait qu'elle eſt fort enflée en cet endroit.

XII. FIGURE.

Elle repréſente la diſtribution de l'aorte.

A. Le cœur.

B. L'oreillette.

C. L'aorte dilatée.

D. Sa diviſion en quatre branches de chaque côté. On voit que chacune ces branches parcourant toute la longueur du feuillet ſe termine entierement à ſon extrémité.

E. *E*. *E*. *E*. Quatre rameaux qui ſe détachent de chaque branche environ à un pouce de leur naiſſance, & qui ſe diſtribuent au commencement de chaque feuillet. On voit par la même figure comment chaque branche ſe diviſe en autant de rameaux qu'il y a de lames.

XIII. FIGURE.

Elle repréſente une portion de feuillet détachée d'un des côtés de la goutiere, & un peu renverſée, pour faire voir comment l'artere eſt enfermée au milieu du vuide que les talons des lames laiſſent entre eux. On l'a dégagée de la veine qui la couvre & un peu tirée en bas, pour mieux découvrir les paires de branches qu'elle donne aux lames.

A. *A*. La goutiere.

B. Une portion du feuillet.

C. L'artere avec ſes branches.

XIV. FIGURE.

Elle repréſente une paire de lames vues de front

front & garnies de leurs arteres.

A. A. La paire de lames.

B. B. La paire d'arteres.

On voit par-là comment chacun de ces vaiſſeaux jette en travers un très grand nombre de rameaux qui couvrent les deux ſurfaces de chaque lame, & comment ces deux arteres s'abouchent l'une avec l'autre au milieu de leur route.

XV. FIGURE.

Elle repréſente ces mêmes arteres détachées des lames.

XVI. FIGURE.

Elle repréſente la diſtribution des veines des ouïes.

On y voit que la veine renfermée dans chaque arc reçoit preſque à un tiers de distance de chacune de ſes extrémités deux branches, dont chacune rapporte de chaque rang du feuillet auquel elle eſt appliquée, au-lieu que c'eſt le milieu de cette veine qui fournit lui-même à la partie du milieu de ce feuillet ſous lequel il eſt couché. Cette diſtribution ne ſe fait ainſi differemment que pour rendre la route des vaiſſeaux qui vont aux lames plus ſure & plus aiſée.

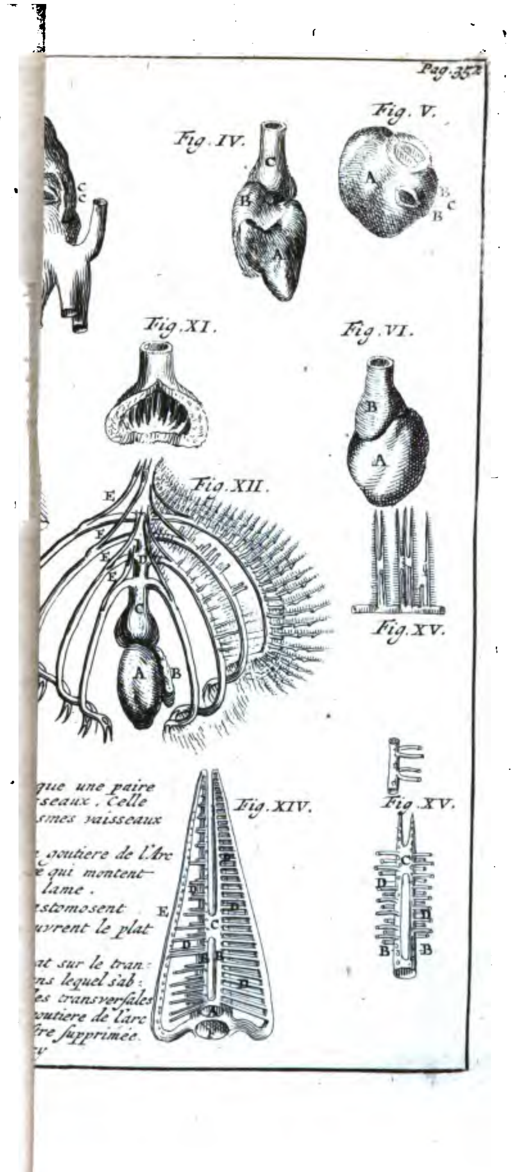
A. A. A. Le trone de la veine des ouïes qui eſt couché au-deſſus de l'aorte.

B. B. B. B. Le lieu où chaque veine ſe partage en trois.

C. C. C. C. L'endroit où ces veines s'inſerent dans le tronc marqué *A.*

D. D. D. D. Le lieu où chacune de ces veines ſe partage encore en trois, dont il y en a auſſi deux qui rapportent des lames.

E. E.



Pag. 352
Fig. IV.
Fig. V.
Fig. XI.
Fig. VI.
Fig. XII.
Fig. XV.
Fig. XIV.
Fig. XV.
que une paire
sseaux. Celle
smes vaisseaux
goutiere de l'Arc
qui montent
lame.
stomosent
uvrent le plat
at sur le tran:
ns lequel s'ab:
les transversales
outiere de l'arc
re supprimée.

REFLEXIONS SUR L'ECLIPSE

du 23 Septembre 1699. par Monsieur Cassini, qui ont été omises dans leur place.

L'Eclipse du Soleil qui est arrivée le 23 Septembre de cette année 1699, est une des plus mémorables qui soient arrivées depuis longtems.

Elle est arrivée dans l'équinoxe d'Automne, au tems que le Soleil passoit par l'Equinoxial, allant de l'Hémisphere Septentrional au Méridional. Son centre l'avoit passé la nuit précédente à 9 heures & quelques minutes après midi au Méridien de Paris, & son bord Septentrional ne le quitta qu'à une heure & un quart après le midi du 23 lorsque l'Eclipse avoit fini de paroitre par toute la Terre.

Le Soleil donc au tems de cette Eclipse éclairoit un peu plus d'un Hémisphere de la Terre compris entre les deux Poles. Le Pole Septentrional étoit éclairé par la partie Septentrionale du Soleil, & le Méridonal par la Méridionale.

La Lune au tems de l'Eclipse étoit encore dans la partie Septentrionale du Ciel, & n'arriva à l'Equinoxial même par son bord Méridional, que vers la fin de l'Eclipse.

C'est pourquoi en passant entre le Soleil qui étoit à une hauteur incomparablement plus grande, & l'Hémisphere Septentrional de la Terre, elle cacha successivement une gran-

grande partie du Soleil aux régions Septentrionales, sans le cacher aux Méridionales.

Il y eut des lieux qui se rencontrerent précisément dans la ligne droite qui passoit par les centres du Soleil & de la Lune prolongée jusqu'à la surface de la Terre. Ces lieux eurent pour un instant l'Eclipse centrale, & furent chacun successivement comme dans un point d'ombre, qui est le terme de cette ligne. Elle change continuellement de situation à l'égard de la Terre par un mouvement composé de deux contraires; un est le mouvement universel commun au Soleil & à la Lune, par lequel ces deux astres font chaque jour le tour de la Terre d'Orient en Occident; l'autre est le mouvement particulier de la Lune sous le Soleil d'Occident en Orient avec une déclinaison, qui dans cette Eclipse alloit vers le Midi, comme il arrive toujours dans les Eclipses Solaires d'Automne.

Bien que la période de ce mouvement particulier soit beaucoup plus lente que celle de l'universel, néanmoins l'ombre fait en même tems sur la surface de la Terre plus de chemin par le mouvement particulier que par l'universel, & par conséquent le particulier l'emporte, & fait tracer sur la surface de la Terre par un mouvement très rapide d'Occident en Orient, déclinant dans cette Eclipse vers le Midi, un sentier obscur qui passe par les lieux qui voyent successivement l'Eclipse centrale. Elle est donc vue plutôt dans les parties Occidentales de la Terre que dans les Orientales, au-lieu que le seul mouvement universel la feroit voir plutôt aux

aux parties Orientales qu'aux Occidentales.

Le Soleil & la Lune étoient éloignés de la Terre au commencement de cette Eclipse à distances proportionnelles à leurs vrais diametres, c'est pourquoi la Lune sembloit égale au Soleil, & les lieux qui se rencontrerent précisément en ligne droite avec ces astres purent voir pour un instant l'Eclipse totale.

Mais comme la Terre est un globe, où il y a des parties dont la Lune au même instant est plus proche que des autres, il arrive qu'au même instant les uns peuvent voir la Lune aussi grande que le Soleil, les autres plus grande, d'autres plus petite.

Ceux qui ont vu le Soleil éclipsé après son lever, l'auront vu aussi grand que la Lune, car l'un & l'autre paroissoit alors de 23 minutes & 8 secondes. Ceux qui l'ont vu éclipsé proche du Midi, auront vu la Lune (qui leur étoit alors plus proche) plus grande de plusieurs secondes; & ceux qui ont vu l'Eclipse avant le coucher du Soleil, l'ont vue de quelques secondes plus petite. Ce dernier effet vient du mouvement particulier de la Lune, qui au tems de cette Eclipse s'éloignoit de plus en plus du centre de la Terre, allant vers son Apogée par un mouvement composé de périodes differentes, qui faisoit une diminution apparente du diametre de la Lune environ une seconde par heure, & l'a dû faire paroître plus petite à son coucher, qu'elle n'avoit paru à son lever. Ainsi quelques-uns pourront avoir eu cette Eclipse totale

tale pour un instant, quelques autres l'auront pu voir totale avec un peu de durée, & quelques autres l'auront pu voir annulaire, où la Lune dans sa conjonction centrale n'aura pu cacher tout le Soleil, mais aura laissé son bord lumineux en forme d'un grand anneau.

Dans cette Eclipse où les diametres du Soleil & de la Lune étoient si près de l'égalité apparente, qu'il n'y avoit difference que de quelques secondes, ce seroit une affaire d'une subtilité extrême, que de distinguer avec assez de justesse les lieux qui l'ont pu voir centrale de ces trois differentes manieres, non seulement par les hypotheses, mais même par les observations qu'on en a faites aux lieux où l'Eclipse ne fut que partiale.

Dans l'image du Soleil faite au foyer d'une Lunette de 45 pieds, la Lune a paru tantôt égale au Soleil, tantôt un peu plus petite, tantôt un peu plus grande. Quand l'Eclipse arriva à 9 doigts, on prit la distance des pointes dans la circonference du Soleil de 155 degrés. Elle n'auroit dû paroître que de 151 degrés, si la Lune n'avoit pas paru plus grande que le Soleil; mais dix minutes après la distance des pointes fut prise de 145 degrés, elle auroit dû être plus grande que 151, si la Lune n'avoit pas paru plus petite que le Soleil: on doit attribuer cette difference à la grande difficulté qu'il y avoit de suivre le Soleil par une si grande Lunette avec l'exactitude requise pour prendre ses mesures avec justesse. Cette difficulté diminuoit l'évidence & l'exacti-

tu-

tude que la grandeur de l'instrument faisoit esperer.

Par les autres instrumens la Lune a paru aussi tantôt égale au Soleil au tems de l'Eclipse, tantôt un peu plus petite, tantôt un peu plus grande: mais le plus souvent elle a paru plus grande d'environ 10 secondes.

Monsieur Chazelles, le Pere de Laval & le P. Feuillée observerent à Marseille lorsque l'Eclipse étoit de six doigts, le diametre de la Lune de 32' 15", celui du Soleil étant de 32' 8". Il est aisé de voir à six doigts, si le diametre de la Lune est égal à celui du Soleil, car alors les pointes de l'Eclipse doivent être éloignées de 120 degrés de la circonference du Soleil; comme au neuvieme doigt, elles doivent être éloignées par le calcul de 151 degrés, ayant supposé la même égalité.

Le P. Becatelli à Parme observa le diametre de la Lune plus grand que celui du Soleil de $\frac{12}{1388}$, qui font 17 secondes.

Messieurs Manfredi & Stancari à Bologne, dans la plupart des phases de l'Eclipse, observerent le diametre de la Lune plus grand que celui du Soleil de huit à dix secondes, ce qui s'accorde parfaitement à mon calcul. Ils remarquerent que presque dans toutes les phases depuis le milieu jusqu'à la fin, le diametre de la Lune parut un peu plus grand que du commencement jusqu'au milieu, ce qui s'accorde aussi au même calcul, la Lune leur ayant été plus proche vers la fin quand elle approchoit plus du Midi que vers le commencement.

Les lieux qui étoient autour de celui qui a eu l'Eclipse centrale, l'ont eu au même instant partiale.

Ceux qui peuvent voir l'Eclipse au même instant sont enfermés dans une enceinte formée par les rayons, qui partant de chaque point de la circonference du Soleil apparente à la Terre, passent par les points opposés du bord de la Lune, prolongés jusqu'aux parties de la surface de la Terre qu'ils peuvent rencontrer.

L'étendue du Païs compris dans cette enceinte, étant destituée d'une partie des rayons du Soleil qui sont interceptés par quelque partie de la Lune, sont dans une espece d'ombre qui est dense vers le milieu, & très legere vers l'extrémité. Les Modernes l'appellent Pénombre.

Il y a quelquefois quantité de ces rayons qui passent sans rencontrer la Terre, comme il est arrivé dans cette Eclipse du côté du Septentrion au-delà du Pole. De ce côté-là cette Pénombre étoit coupée par l'horizon de la Terre apparent au Soleil.

Quand elle tombe toute sur la circonference de la Terre, si la ligne qui passe par les centres du Soleil & de la Lune est perpendiculaire à la Terre, sa figure est circulaire, autrement elle est oblongue & irréguliere, à cause de la diverse inclinaison que les rayons dont elle est formée ont à la surface de la Terre, comme il est arrivé dans notre Eclipse, où elle étoit encore défigurée par la partie qui lui manquoit du côté du Septentrion.

Cette enceinte est mobile sur la surface de la

la Terre du mouvement qui résulte de celui du rayon central qui dans notre Eclipse alloit rapidement d'Occident en Orient avec une déclinaison vers le midi, & dans ce mouvement elle se transforme diversement, suivant que les rayons extrêmes qui sont sur la ligne de son mouvement rencontrent plus ou moins obliquement la surface de la Terre.

Par ce mouvement il se forme sur la surface de la Terre une figure oblongue, qui comprend tous les lieux qui peuvent voir l'Eclipse partie en même tems, partie successivement l'un après l'autre.

Nous l'avons décrite sur une Carte Géographique corrigée sur les observations récentes, cherchant autant de points de sa circonference qu'il nous étoit nécessaire, & les déterminant tous par leurs longitudes & latitudes.

Elle se termine à l'Occident aux lieux qui n'ont vu qu'à peine la fin de l'Eclipse au lever du Soleil. Ce sont les parties Orientales de l'Amerique Septentrionale, & un grand trait de Mer du Nord. Du côté du Midi elle est terminée par les lieux qui n'ont vu qu'à peine entamé le bord Méridional du Soleil. Ils sont entre les Canaries & les Iles de Cap Verd, & se suivent par le milieu de l'Afrique, & par la Mer des Indes. Du côté d'Orient sont ceux qui n'ont vu qu'à peine commencer l'Eclipse au coucher du Soleil: ce sont la partie Occidentale de Sumatra, une partie des lieux entre Mergui & Malaca, partie du Golfe de Siam, de Camboya, de la Cochinchine & de la partie Occidentale de

la

la Chine, & de la Tartarie Chinoiſe. Du côté du Septentrion ſont les lieux d'où l'on auroit pu voir l'Eclipſe aſſez longtems, pendant que le Soleil leur raſoit l'horizon du côté du Midi, dont la plupart tombent dans la Mer glaciale. Nous voyons par-là que cette Eclipſe a été vue d'une partie de l'Amerique Septentrionale, de toute l'Europe, de la partie Septentrionale de l'Afrique, & au-delà de l'Equinoxial par pluſieurs degrés, dans la Mer des Indes, & de la plus grande partie de l'Aſie.

La réfraction que les rayons du Soleil & de la Lune ſouffrent en rencontrant obliquement la ſurface de l'air, les fait voir à des lieux qui ne les verroient pas par les rayons directs, & aura un peu dilaté ces termes; mais comme il n'y a pas dans ces extrémités d'Obſervateurs qui en puiſſent rendre compte, il eſt inutile de déterminer cette variation avec plus de ſubtilité dans ces lieux particuliers.

Dans les Zones temperées la réfraction ne monte pas à un degré. Nous avons calculé qu'elle y monte ſous le cercle polaire Arctique, ſuivant les obſervations faites en Boshnie par le feu Roi de Suede, & par ſes Mathématiciens, qui nous ont été communiquées.

Il eſt plus important de trouver les lieux qui ont pu voir l'Eclipſe centrale, & ceux qui ont vu la moitié du Soleil éclipſé, tant du côté du Midi, que du côté du Septentrion, d'où l'on pourra juger de la grandeur de l'Eclipſe qui aura été vue aux autres lieux.

En

En examinant le mouvement composé de la ligne droite qui passe par les centres du Soleil & de la Lune, & la trace qu'elle décrit par ce mouvement sur la surface de la Terre, où elle a fait voir l'Eclipse centrale, nous en avons déterminé autant de points qu'il étoit nécessaire pour la décrire avec assez de justesse.

Nous avons premierement déterminé l'endroit où cette ligne droite a commencé à rencontrer la Terre, & calculé sa longitude & latitude qui étant transportée dans la Carte Géographique, corrigée suivant les nouvelles observations, tombe dans une Isle du Groenland.

Et ayant ensuite calculé la variation de longitude qu'elle fait à chaque degré de variation de latitude, & transporté pareillement ces longitudes & latitudes dans la même Carte, nous avons vu qu'elle a passé par les Côtes Septentrionales de l'Ecosse, par la partie Méridionale du Dannemarc, & par les parties Septentrionales de la Pomeranie, entre la Pologne & la Transilvanie, par la petite Tartarie, par la Mer Noire & par l'Arménie, par la Perse, par le Royaume du Mogol, par les Indes Orientales jusqu'aux confins du Royaume de Siam.

Elle a fait tout ce chemin par un mouvement fort inégal, beaucoup plus vîte vers la fin que vers le commencement, à cause de la diverse obliquité avec laquelle elle rencontroit successivement diverses parties de la Terre. Dans les lieux qui ont vu cette Eclipse totale, il se sera fait une petite ombre

de la Lune sur la Terre, semblable à celle que les Satellites de Jupiter font dans son disque, quand ils passent entre le Soleil & cet Astre.

Cette ombre aura parcouru toute l'étendue du païs que nous venons de décrire en deux heures & trois quarts, sans avoir égard à la Réfraction qui l'a fait parcourir un espace un peu plus grand en 7 ou 8 minutes de plus. Si cette ombre avoit passé par le centre du disque de la Terre exposé au Soleil, elle l'auroit parcouru en trois heures & deux tiers, qui est presque le tems que l'ombre du troisieme Satellite de Jupiter employe à parcourir son disque quand elle passe par son centre. Un boulet de canon ne va pas si vîte par l'air, que cette ombre marchoit sur la surface de la Terre.

L'augmentation du diametre apparent de la Lune, à cause de son élevation à l'endroit où l'Eclipse a été centrale, dans sa plus grande hauteur, que nous trouvons avoir été de 45 degrés, 45 minutes, n'est montée qu'à 12 secondes. Elle se faisoit lentement vers l'horizon, & plus vîte dans de plus grandes hauteurs; au-lieu que la diminution causée par le mouvement vers l'Apogée, n'étoit que d'une seconde par heure, & d'un mouvement moins inégal; ce qui n'aura pas empêché que l'Eclipse n'ait été totale aux lieux qui avoient l'Eclipse centrale proche du Méridien.

Les lieux à côté de la trace décrite sur la surface de la Terre par l'ombre centrale, renfermés dans l'espace Ecliptique, ont vu le Soleil

leil d'autant plus éclipſé, qu'ils étoient plus proche de cette trace.

Sans la courbure de la ſurface de la Terre, qui dans le mouvement composé du Soleil & de la Lune, reçoit leurs rayons avec une obliquité variable, la partie du diametre du Soleil éclipſée auroit eu à peu près la même proportion à la partie du diametre qui eſt reſté éclairée au milieu de l'Eclipſe en chaque lieu, que la diſtance entre le lieu & le terme plus prochain de la Pénombre à ſa diſtance de la trace de l'ombre. Cette proportion a été à Paris, preſque comme 19 à 5.

La variation de l'obliquité de ces rayons dans ce mouvement composé a fait varier diverſement cette proportion, ce qui nous a obligé de décrire trois autres traces. Une paſſe par les lieux qui ont vu la moitié Septentrionale du Soleil éclipſée, & ſont au Sud de la trace de l'Eclipſe centrale; une autre paſſe par les lieux qui ont vu la moitié Méridionale du Soleil éclipſée, & ſont au Nord de la trace centrale; une autre enfin par les lieux au Septentrion qui ont vu l'Eclipſe de cinq doigts & demi.

On a déterminé la longitude & la latitude d'autant de lieux qui ſe ſont rencontrés ſur ces traces, qu'il étoit néceſſaire pour les décrire dans la Carte Géographique.

La trace Méridionale de ſix doigts commence dans l'Océan, qui eſt entre l'Iſle de Terre-neuve, & les Azores, où le Soleil ſe leva la moitié éclipſé; elle paſſa au Septentrion de ces Iſles par le milieu du Portugal & de Valence, au Septentrion d'Alger & au

Midi de Tunis, par le milieu de l'Egypte; par la partie Méridionale de l'Arabie, & finit dans l'Océan au-deçà des Maldives.

La trace Septentrionale de six doigts commença dans la Mer glaciale proche du Pole. Elle passa par la Côte Méridionale de Spitsberg, par la Russie & par la Tartarie.

La trace de cinq doigts & demi au Nord, prend une petite partie de la Tartarie. Par la comparaison des lieux à ces traces marquées sur la Carte, on peut connoitre à peu près la grandeur de l'Eclipse en tous les lieux qui l'ont pu voir, avec la justesse que la Carte peut permettre.

On se seroit fort éloigné du vrai si on s'étoit servi des Cartes communes, dans lesquelles la difference des longitudes dans cette étendue des Païs qui ont vu l'Eclipse, va jusques à 40 degrés. Pour déterminer avec justesse la diversité des phases de l'Eclipse par toute la Terre, l'exactitude de la Géographie y est autant néceſſaire que celle de l'Astronomie.

EXPLICATION

DE LA MACHINE

Qui a été faite pour examiner l'accélération des Boules qui roulent sur un Plan incliné, & la comparer à celle de la chute des Corps.

SUR la base qui est hexagone, à l'endroit des angles, il y a six montans de fer, ceintrés & joints ensemble par le haut, dans une piece de fonte, pour former la cage d'un *Paraboloïde*.

Deux fils de fer paralleles, éloignés de cinq lignes & tournés en ligne spirale, forment autour du *Paraboloïde* une rampe également inclinée à l'horizon: sur laquelle une Boule de six lignes de diametre roule aisément jusqu'au bas, où elle rencontre une piece qui l'arrête, détend le mouvement, & la fait entrer dans une Cuilliere à ressort, qui la rejette aussi-tôt dans la piece qui couronne la Machine.

Cette Cuilliere agit par le moyen d'un mouvement d'Horlogerie caché dans la base.

Ce mouvement est au bas de la Planche; il est fait comme celui d'une sonnerie de Pendule.

La détente est marqué 1. la Cuilliere, 3. qui est tirée par la piece 2. (cette Cuilliere agit comme un marteau de sonnerie;) la vis marquée 4. sert à bander plus ou moins le res-

ressort qui souleve la Cuilliere; celle qui est marquée 5. retient le choc de cette Cuilliere, & sert à l'incliner avec la précision qu'il faut pour jetter juste la boule dans la couronne.

L'on met aisément la Machine de niveau, par le moyen de trois vis qui allongent ou raccourcissent les 3 pieds qui supportent, en tournant les pommes d'en-haut jusques à ce que le bout de la pendule rencontre exactement le Point fiduciel, qui est arrêté au milieu de la base.

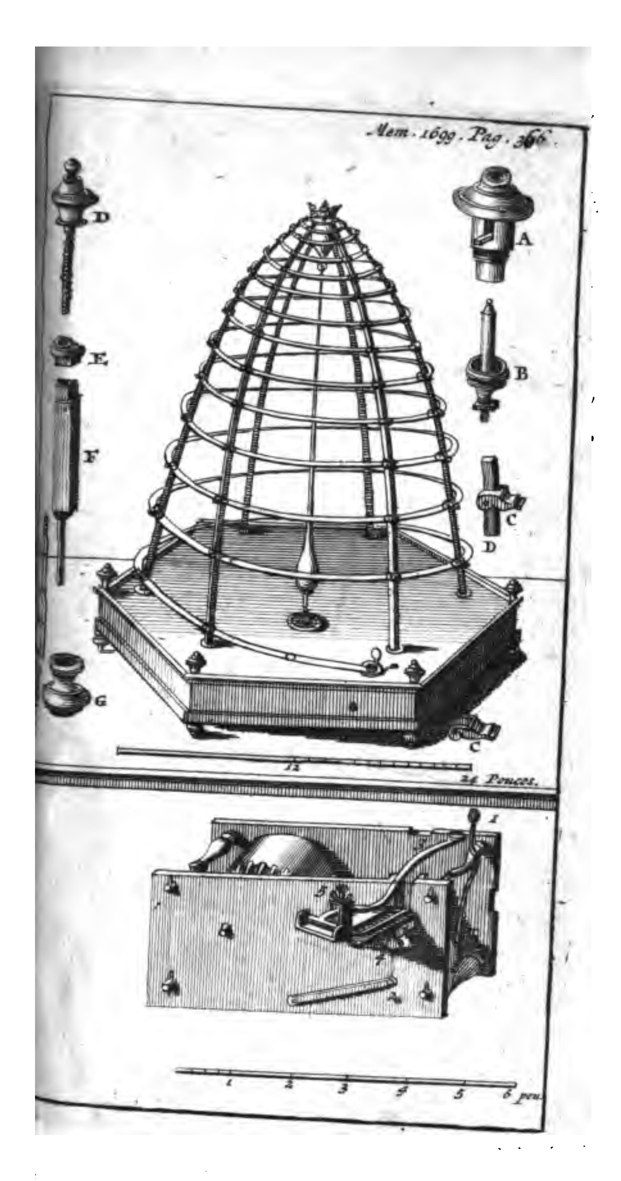
D, *E*, *F*, *G*. Les pieces qui composent un des pieds.

A B. Les pieces du Point fiduciel.

C D. Un des petits bras qui soutiennent les fils de fer.

C. Est un de ces mêmes bras séparé de la verge montante.

FIN.



Mem. 1699. Pag. 366.
D
A
E
B
F
C
D
G
C
12
24 Pouces.
1
5
4
2
1
2
3
4
5
6 pou.




WIDENER LIBRARY
HX IJTI 5
Th
the
sta
be